

Jarkko Pollari

Aurinkosähköjärjestelmän suunnitteluprosessi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

26.5.2016



Tekijä Otsikko	Jarkko Pollari Aurinkosähköjärjestelmän suunnitteluprosessi
Sivumäärä Aika	31 sivua + 7 liitettä 26.5.2016
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähköinen talotekniikka
Ohjaajat	lehtori, Jarno Nurmio suunnittelupäällikkö, Mika Lamminen
<p>Tämän insinöörityön aiheena on aurinkosähköjärjestelmän suunnitteluprosessi. Tavoitteena on selvittää, mitä asioita aurinkosähköjärjestelmän suunnittelussa tulee ottaa huomioon, ja sijoittaa nämä asiat taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelon, TATE12, mukaisiin suunnitteluvaiheisiin.</p> <p>Työssä edetään lyhyen aurinkosähköteorian jälkeen TATE12:n suunnitteluvaiheittain. Jokaisessa suunnitteluvaiheessa annetaan ohjeita ja esimerkkejä siitä, mitä aurinkosähköjärjestelmän suunnittelussa tulee huomioida. Tutkielmaa laadittaessa käytettiin lähteenä muun muassa aiheeseen liittyviä standardeja ja ajantasaisia verkkolähteitä.</p> <p>Työn tuloksena saatiin aikaiseksi tiivis ja selkeä ohje suunnitteluprosessissa etenemiseen. Työtä voidaan käyttää suunnittelun tukena ja suunnittelulaajuuden määrittämisessä.</p>	
Avainsanat	aurinkosähköjärjestelmä, sähkösuunnittelu, suunnitteluprosessi

Author Title	Jarkko Pollari Planning process for photovoltaic system
Number of Pages Date	31 pages + 7 appendices 26 May 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Jarno Nurmio, Senior Lecturer Mika Lamminen, Design Manager
<p>The Bachelor's thesis discussed the planning process of a photovoltaic power system for buildings. The purpose was to establish the necessary steps when planning photovoltaic power systems and place the discovered steps in the building planning phases listed in TATE12, a description of the tasks in building services design.</p> <p>For the thesis, the operating principles of photovoltaic systems were looked into. Also, the phases of TATE12 were studied in detail. Guidelines and examples for each phase of the planning process were collected. Related standards and up-to-date internet sources were also used for comparison.</p> <p>The thesis provides a compact and easy-to-use guide to how to proceed in the planning process of photovoltaic systems. It can be used to support the planning process and to define the extent of the planning project.</p>	
Keywords	photovoltaic system, electrical wiring design, planning process

Sisällys

Lyhenteet	1
1 Johdanto	2
2 Yritysesittely	3
3 Aurinkosähköjärjestelmä	4
4 Tarveselvitys	5
5 Hankesuunnittelu	7
6 Suunnittelun valmistelu	9
7 Ehdotussuunnittelu	10
8 Yleissuunnittelu	12
8.1 Aurinkopaneelit	13
8.2 Invertteri	14
8.3 Kaapelit	15
8.4 Suoja- ja erotuslaitteet	15
8.5 Mittarointi ja datankeräysjärjestelmä	16
9 Rakennuslupatehtävät	17
9.1 Sähköyhtiön valinta	17
9.2 Lupa verkkoon syöttämisestä	18
9.3 Toimenpidelupahakemus	19
10 Toteutussuunnittelu	20
11 Rakentamisen valmistelu	21
12 Rakentaminen	22
13 Käyttöönotto	24
14 Takuu aika	25
15 Yhteenveto	27



Liitteet

Liite 1. Toimenpidelupahakemus

Liite 2. Mikrotuotantolaitoksen yleistietolomake

Liite 3. Aurinkosähköjärjestelmän järjestelmä- ja johdinkaavio, esimerkit

Liite 4. Valosähköisen paneeliston testiraportti

Liite 5. Varoitusmerkinnät

Liite 6. Tehtävälista

Liite 7. Energiateollisuus ry:n suositus 2011, tekninen liite 1

Lyhenteet

kWp	Aurinkopaneelin nimellisteho/huipputeho/piikkiwatti. Sähköteho jonka paneeli tuottaa standardiolosuhteissa, auringon säteily kohtisuoraan paneelia on 1 MW/m^2 .
NREL	National Renewable Energy Laboratory. USA:n energiaviraston rahoittama uusiutuvaan energiaan ja energiatehokkuuteen keskittyvä tutkimuslaboratorio.
SAM	System Advisor Model. Tietokoneohjelma aurinkosähköjärjestelmien mitoittamiseen ja kannattavuuslaskentaan.
SFS	Suomen standardisoimisliitto SFS ry. Standardisoinnin keskusjärjestö Suomessa.
SMA	SMA Solar Technology AG. Aurinkosähköjärjestelmä-teknologiaan erikoistunut Saksasta kotoisin oleva, monikansallinen suuryritys.
TATE12	Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo. Dokumentti taloteknisen suunnittelutehtävien sisällön ja laajuuden määrittämiseen.

1 Johdanto

Uusiutuvat energianlähteet ovat yhä vahvemmin esillä maailman herätessä ilmastomuutoksen torjumiseen. Tämä on johtanut aurinkosähköjärjestelmien nopeaan kasvuun niin maailmanlaajuisesti kuin Suomessakin. Suomessa järjestelmien yleistyminen on hieman muuta Eurooppaa jäljessä, joten Suomessa suurin asennuspiikki on vasta tulossa. Aurinkosähköjärjestelmät ovat pitkään olleet kalliita, mikä on hidastanut niiden yleistymistä. Paneeleiden hinnat ovat kuitenkin koko ajan laskemassa, erityisesti Kiinan markkinoilta tulevan kilpailun ansiosta, joten aurinkosähköjärjestelmien rakentaminen tulee koko ajan kannattavammaksi.

Kaikista taloteknisistä järjestelmistä vaaditaan nykyään kattava dokumentointi. Suunnitteludokumentit ovat tärkeässä osassa niin rakennusvaiheen onnistumisen kannalta kuin rakennuksen käyttöönoton jälkeen. Ainoastaan tekemällä alusta asti kattava ja tarkoituksenmukainen dokumentointi voidaan taata aurinkosähköjärjestelmän turvallisuus ja suorituskyky [1, s. 6].

Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE12, antaa ohjeet taloteknisten järjestelmien suunnittelun kulusta ja vaiheista. Tässä työssä sijoitetaan aurinkosähköjärjestelmän suunnittelun eri vaiheet, TATE12:n mukaisiin suunnitteluvaiheisiin. Tämän johdosta työn otsikkorakenne on tehty vastaamaan suunnitteluvaiheita. Tällä tavalla pystytään helposti tarkastamaan, mitkä työvaiheet kuuluvat mihinkin suunnitteluvaiheeseen. Tässä työssä, jokaisen kohdan alussa, kerrotaan lyhyesti mistä kussakin suunnitteluvaiheessa on kysymys. [2]

Uutena järjestelmänä aurinkosähköjärjestelmien suunnitteluun ei ole vielä ehtinyt syntymään selkeitä toimintatapoja. Järjestelmien kysynnän kasvaessa suunnittelutoimistot tulevat olemaan yhä enemmän niiden kanssa tekemisissä, joten selkeitä ohjeita suunnitteluprosessiin ja dokumentointiin tarvitaan. Suomessa aiheeseen liittyen on julkaistu SFS-käsikirja 607 [20], joka käsittelee aurinkosähköjärjestelmiä standardien näkökulmasta. Siinä annetaan myös esimerkkejä ja mallipohjia tarvittavista dokumenteista.

Tämän insinöörityön tarkoituksena on perehtyä aurinkosähköjärjestelmän suunnitteluprosessiin, suunnittelussa tarvittaviin dokumentteihin ja tiivistää ne selkeäksi kokonaisuudeksi. Tutkielma on rajattu koskemaan vain sähköverkkoon kytkettyjä

aurinkosähköjärjestelmiä. Opinnäytetyön osana tuotetaan myös tilaajayritykselle aurinkosähköjärjestelmien suunnittelun dokumentointiohje.

2 Yritysesittely

Opinnäytetyön tilaaja Rejlers Oy on yksi alansa suurimmista ja nopeimmin kasvavista organisaatioista Pohjoismaissa. Konsernin alaisuudessa toimii 2100 asiantuntijaa, kahdeksassakymmenessä toimistossa. Organisaatio tarjoaa suunnittelu- ja konsultointipalveluita sekä kokonaisvaltaisia projektitoimituksia laaja-alaiselle teollisuuden, energian, rakentamisen ja kiinteistöjen sekä infran asiakaskunnille.

Suomen Rejlersin toimistot Mikkelissä ja Vantaalla ovat kaksi suurinta kahdeksastatoista Suomen toimistosta. Pohjoismaisen Rejlerkonsernin-yhtiön alkujuuret ovat Ruotsissa. Suomen Rejlersin liikevaihto vuonna 2015 oli noin 38 miljoonaa euroa.

Rejlers aloitti toimintansa Suomessa Mikkelistä vuonna 1980 ja on siitä asti kasvanut tasaisesti. Yritys työllistää Suomessa nyt 500 henkilöä, ja tavoitteena on kasvattaa määrä 700 henkilöön vuoteen 2020 mennessä. [3]

Viimeisin valmistunut aurinkosähköä hyödyntävä hanke, jonka suunnittelussa Rejlers Oy oli mukana, valmistui alkukesällä 2015 Espoon Suurpeltoon. Opinmäen koulutus- ja vapaa-ajan keskuksen katolle asennettiin 163m²:ä aurinkopaneeleita, joiden yhteenlaskettu teho on 24 kWp. Opinmäen kampus (kuva 1) on hyvä esimerkki kohteesta, jossa yhdistyvät aurinkosähköjärjestelmän energiansäästö ja järjestelmän hyödyntäminen opetuskäytössä. Aurinkosähköjärjestelmien kysyntä on kasvanut runsaasti, ja Opinmäen kaltaisia järjestelmiä tullaan jatkossa suunnittelemaan yhä enemmän.



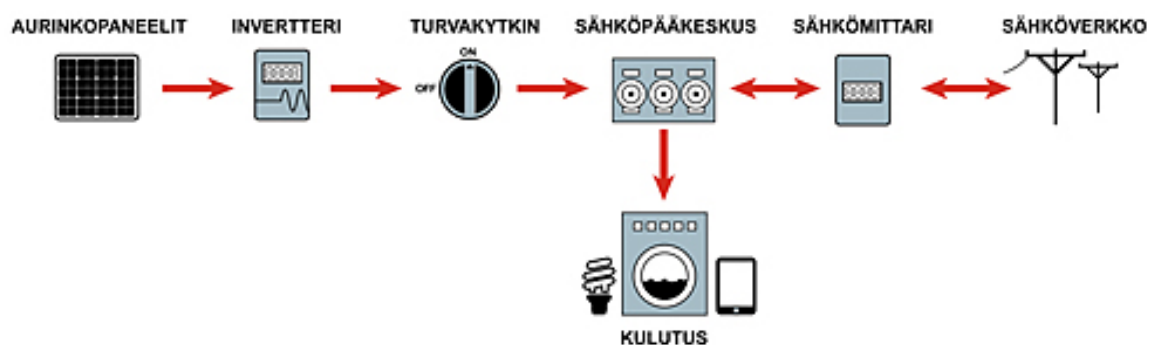
Kuva 1. Opinmäen kampus on yksi Rejlers Oy:n referenssikohteista. [4]

3 Aurinkosähköjärjestelmä

Aurinkosähköjärjestelmä on paneeleista, kaapeloinnista, kytkinkoteloista, inverttereistä ja suojalaitteista koostuva kokonaisuus. Se tuottaa sähköä paneelien piikiderakenteessa auringon lähettämien fotonien avulla. Paneelin tai yhteen ketjutettujen paneelien tuottama tasasähkö siirretään kaapeleissa invertteriin. Invertteri muuntaa tasasähkön vaihtovirraksi, jota voidaan käyttää rakennuksen laitteissa. Paneelien tuottama tasasähkö voidaan myös hyödyntää sellaisenaan tasasähkösovelluksissa.

Paneeleiden tuottama tasasähkö voidaan muuttaa vaihtovirraksi joko yhdellä keskitetyllä invertterillä tai useammalla paneelikohtaisella mikroinvertterillä. Mikroinverttereiden hankinta on kalliimpaa, mutta niillä voidaan estää huonommin tuottavan paneelin vaikutusta järjestelmän kokonaistuottoon. Useampia mikroinverttereitä käytettäessä järjestelmän huoltovarmuus heikkenee suuremman komponenttimäärän vuoksi. Varjostuksesta tai viasta johtuen huonommin sähköä tuottavat paneelit voidaan ohittaa myös asentamalla paneeleille ohitusdiodit.

Verkkoon kytketyissä järjestelmissä vaaditaan myös vaihtovirtapiiriin turvakytkin verkosta erottamista varten. Invertterin ja järjestelmän syöttämän sähkökeskuksen välissä sijaitsevan kytkimen pitää olla verkkoyhtiön vapaasti käytettävissä, lukittavassa kaapissa. Tällä tavalla verkkoyhtiö voi kytkeä sähköä verkkoon syöttävän laitteiston irti verkosta esimerkiksi verkon huoltotöiden ajaksi. Sähkönjakeluverkonhaltijan vastuulla on energiamittari, jolla mitataan kiinteistön verkkoon tuottamaa ja verkosta otettua energiaa. [5]



Kuva 2. Aurinkosähköjärjestelmän periaatekuva. [5]

Koska aurinkosähköjärjestelmistä oli tehty jo useita opinnäytetöitä ja tietoa on runsaasti saatavilla, ei tässä työssä keskitytä tämän enempää itse aurinkosähkön teoriaan. Tietoa aurinkosähköjärjestelmän teoriasta löytyy esimerkiksi Motiva Oy:n verkkosivuilta ja monista aurinkosähköjärjestelmiä käsittelevistä opinnäytetöistä, joita on saatavilla Theseus –sivustolta. Esimerkiksi Teemu Tanskasen Aurinkosähköjärjestelmät 2015 ja Veijo Isojunnun Aurinkosähköjärjestelmän suunnittelu 2014 ovat hyviä teorialähteitä. SFS-käsikirja 607, Aurinkosähköjärjestelmät, 2015, toimii hyvänä tietolähteenä tarkempien määräyksien osalta.

4 Tarveselvitys

Tarveselvitysvaiheessa on tarkoitus perustella hankittavan tilan tarpeellisuus tai korjausrakentamiskohteissa tilojen muutostarve. Tavoitteena on kuvata tilat, joita tarvitaan ja asettaa niille vaatimukset. Tarkoitus on myös tutkia tilojen vaihtoehtoisia käyttömahdollisuuksia ja arvioida eri vaihtoehtojen hintoja. Suunnittelijan tehtävät tässä vaiheessa ovat lähinnä avustavia tehtäviä. Tehtäviä voi olla esimerkiksi aurinkosähköjärjestelmän tilavaatimusten karkea arviointi, kustannusennusteen laatiminen ja osallistuminen rakentamisaikataulun suunnitteluun. Tarveselvitysvaiheen tuloksena saadaan hyväksytty tarveselvitys ja hankepäätös. Tarveselvitysvaiheesta käytetään TATE12:n mukaista kirjaintunnusta A. [2]

Aurinkosähköjärjestelmän suunnittelu alkaa järjestelmän tarpeellisuuden kartoittamisella. Aurinkosähköjärjestelmän hankinnan perusteeksi voidaan sanoa karkeasti kaksi asiaa: energiansäästö ja ekologisuus. Energiatehokkuuden merkitys kasvaa jatkuvasti tiukentuvan lainsäädännön myötä. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi EFBD määrää kaikkien uusien julkisten rakennusten olevan lähes nollaenergiarakennuksia 31.8.2018 jälkeen, ja vuoden 2020 päättyessä määräys koskee kaikki uusia rakennuksia [6]. Tällaiset säädökset antavat suurta arvoa aurinkosähköjärjestelmän omaavalle kiinteistölle tulevaisuudessa. Järjestelmän rakentamisella voi siis olla myönteinen vaikutus rakennuksen markkina- ja jälleenmyyntiarvoon [7].

E-luvulla kuvataan rakennuksen vuotuista sähköenergian ostotarvetta lämmitettävää nettoalaa kohti. Koska aurinkosähköjärjestelmä tuottaa kiinteistön käytettäväksi energiaa, pienenee ostoenergian tarve. Aurinkosähköjärjestelmän asentaminen

kiinteistöön parantaa siis kiinteistön E-lukua. E-luvun avulla pystytään osto-, vuokraus- ja myyntitilanteessa vertailemaan kiinteistöjä toisiinsa. E-lukua käytetään yhtenä kriteerinä rakennuslupavaiheessa. Mitä pienempi E-luku, sitä energiatehokkaampi rakennus on.

Ekologisessa rakentamisessa pyritään minimoimaan rakennuksen rakentamisesta ja käytöstä aiheutuvat ympäristövaikutukset. Siinä otetaan huomioon muun muassa rakennuksen ulkomuoto, materiaalit, sijainti, lämmön- ja sähkönkulutus ja monia muita asioita. Aurinkosähköjärjestelmän tuottama täysin hiilidioksiditon sähkö pienentää rakennuksen ympäristövaikutusta. Ekologinen rakentaminen hidastaa ilmastonlämpenemistä, jonka etenemistä pyritään nyt ja tulevaisuudessa yhä enemmän estämään.

Oikein mitoitettu järjestelmä pienentää kiinteistön sähkölaskua. Tarkka määrää saadaan vasta tapauskohtaisella, komponenttivalinnoista, asennustavasta ja -paikasta riippuvaisella, laskennalla. Aurinkosähköjärjestelmän investointikustannukset ovat melko suuria säästettyyn energiamäärään suhteutettuna, minkä vuoksi järjestelmän tavallinen takaisinmaksuaika on yleensä pitkä, ja se vaihtelee suuresti kohteesta riippuen noin 15–30 vuoden välillä.

Talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelon liitteessä 1, määritetyissä rakennustyyppien oletuslaajuuksissa aurinkosähköjärjestelmä ei kuulu oletuksena mihinkään rakennustyyppiin. Aurinkosähköjärjestelmä on kuitenkin valittavissa projektikohtaista laajuutta käytettäessä. Energiansäästön ja ekologisuuden lisäksi järjestelmiä asennetaan myös opetus- ja tutkimuskäyttöön ja kiinteistöihin, jotka ovat yleisen sähkönjakeluverkon ulottumattomissa.

5 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelussa määritetään rakennusprojektille tarkat tavoitteet laajuuden, kustannusten, ajoituksen, laadun ja ylläpidon suhteen. Hankeselvityksen toisessa osassa selvitetään, onko rakennuspaikka rakennuskelpoinen ja toisessa kerätään hankeohjelman pohjaksi tietoa ja suunnittelutavoitteita. Tässäkin kohtaa suunnittelijan tehtävät ovat pääasiassa avustavia. Suunnittelija voi esimerkiksi osallistua kiinteistön energiankulutuksen ja ympäristövaikutusten tavoitearvojen määrittämiseen tai laatia järjestelmien kustannusarvioita. Hankesuunnittelussa saadaan aikaan hyväksytty hankesuunnitelma ja investointipäätös. Hankesuunnitteluvaiheesta käytetään TATE12:n mukaista kirjaintunnusta B. [2]

Hankesuunnitteluvaiheessa määritetään aurinkosähköjärjestelmän toteuttamisedellytykset. Järjestelmän kannattavuus on sitä parempi, mitä isompi kohteen sähkönkulutus on. Paneelien tuottama teho kannattaa mitoittaa lähelle rakennuksen pohjakuormaa, sillä taloudellisinta on käyttää mahdollisimman suuri osa tuotetusta sähköstä itse kohteessa. Ylijäämä sähkö voidaan myydä verkkoyhtiölle, mutta siitä saatava korvaus ei tee itse sähkönmyynnistä kannattavaa.

Aurinkosähköjärjestelmän huipputehoa rajoittaa lähinnä kohteessa paneeleille varattu pinta-ala, sillä mitä suurempi mitoitus-teho halutaan, sitä enemmän tarvitaan paneeleita. Rakennukseen, jossa on pieni kattopinta-ala, on siis vaikea saada asennettua suuritehoista aurinkosähköjärjestelmää. Paneeleita voidaan asentaa myös seinille tai kokonaan rakennuksesta erilleen. Saatavilla on myös läpinäkyviä ikkunoiden tilalle asennettavia paneeleita. Monikäyttöinen vaihtoehto on ikkunoiden päälle aurinkolipaksi asennettava paneelimalli.

Aurinkosähköjärjestelmän kannattavuuden kannalta tärkeää on paneelien sijoituspaikka. Eri paikkojen kuukausittaista aurinkosäteilyn määrää voidaan arvioida erilaisten laskureiden avulla. Esimerkiksi Euroopan komissio ylläpitää laskuria, joka on kaikkien käytettävissä osoitteessa <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>. Muita laskureita ovat NREL:n PVWatts Calculator ja SMA:n Sunny Design. Googlen Project Sunroof näyttää aurinkosähköpotentiaalin rakennuskohtaisesti, huomioiden katon muodon, ympäröivien rakennusten ja puuston aiheuttamat varjostukset ja vuoden keskiarvoiset sääolosuhteet. Palvelu ei ole vielä laajentunut Suomeen, mutta

vastaavanlaista dataa Helsingin alueelta on saatavilla Helsingin seudun ympäristöpalveluiden (HSY) karttapalvelusta, osoitteessa <http://kartta.hsy.fi/>.

Uutena palveluna Suomen markkinoilla aloitti huhtikuussa 2016 Sunenergia.com. Palvelu tarjoaa ilmaisen arvion jo olemassa olevalle rakennukselle, samaan tapaan kuin Googlen Project Sunroof. Palvelu toimii alkuvaiheessa vain Etelä-Suomen ja muiden suurten asumiskeskittymien alueella. Ohjelma laskee ilmaiseksi jotain tietoja ja niiden jälkeen asiakkaalla on mahdollisuus ostaa kattavampi raportti. Palvelu pyrkii tuomaan yhteen järjestelmistä kiinnostuneet ja niitä toimittivat yritykset. Palvelun käyttö vaatii rekisteröitymisen ja karistaa arimmat käyttäjät pois kankeahkolla käyttöliittymällään. [8]

Esimerkiksi auringon vuotuinen kokonaissäteily määrä Etelä-Suomessa on noin 20 % suurempi kuin Suomen pohjoisosassa. Etelä-Suomen säteily määrä on samalla tasolla Pohjois-Saksan kanssa, mutta Suomessa säteily määrä keskittyy enemmän kesäkuukausille. Jos kiinteistö sijaitsee paikassa, jossa auringon säteily määrä on alhainen, ei aurinkosähköjärjestelmä ole ehkä taloudellisesti kannattava. [9]

Paneelit tulisi suunnata suoraan etelään päin, mutta pieni poikkeama itään tai länteen päin voidaan sallia. Suomessa optimaalinen kulma kiinteästi asennettaville paneeleille on noin 40 astetta. [10] Mikäli kiinteistön muoto tai suuntaus estää paneelien asentamisen optimaaliseen suuntaan ja asentoon, voi järjestelmä olla syytä jättää asentamatta. Aurinkosähköjärjestelmän mahdollinen vaikutus rakennuksen ulkonäköön ja arkkitehtuuriin tulee selvittää yhdessä arkkitehdin ja tilaajan kanssa.

Aurinkosähköjärjestelmien hinta vaihtelee järjestelmäkohtaisesti todella laajalla skaalalla. Hintaa on hyvä arvioida jo valmistuneiden kohteiden perusteella tai käyttää esimerkiksi Finsolarin laatimaa taulukkoa (taulukko 1) aurinkosähköjärjestelmien keskimääräisistä hankintahinnoista. Tarkempi hinta määritellään hankesuunnitteluvaiheessa.

Esimerkkikohteita on luettavissa monien aurinkosähköjärjestelmätoimittajien kotisivujen kautta, ja kirjoitushetkellä SMA:n Sunny Portal -sivustolla (<https://www.sunnyportal.com/Templates/Start.aspx?ReturnUrl=%2f>) oli 161 Suomessa asennettua ja yli 13 000 seurantakohtetta ympäri maailmaa. Paneelien ja muiden järjestelmäkomponenttien hinnat putoavat jatkuvasti suurenevan kysynnän johdosta, joten pysyviä hintatietoja on vaikea määritellä.

Taulukko 1. Aurinkosähköjärjestelmien keskimääräiset hankintahinnat v. 2014–2015 [6]

Järjestelmän koko kWp	Esimerkki asennuskohde	Järjestelmän hankintahinta €/kWp
3–20 kWp (pienet järjestelmät)	Omakotitalot ja asunto-osakeyhtiöt	1600–2500 €/kWp (sis. ALV 24 %)
3–20 kWp (pienet järjestelmät)	Kaupat, päiväkodit, maatilat	1350–2000 €/kWp (ALV 0 %)
40–400 kWp (keskikokoiset järjestelmät)	Toimistot, kauppakeskukset, kuntakiinteistöt, teollisuuskiinteistöt	1000–1600 €/kWp (ALV 0 %)

6 Suunnittelun valmistelu

Suunnittelun valmistelussa on tarkoitus järjestää suunnittelu, pitää tarvittaessa suunnittelukilpailut, käydä neuvottelut, valita suunnittelijat ja tehdä suunnittelusopimukset. Tämän vaiheen päätteeksi tehdään suunnittelupäätös eli suunnittelu käynnistetään. Suunnittelun valmisteluvaiheesta käytetään TATE12:n mukaista kirjaintunnusta C. [2]

Suunnittelun valmisteluvaiheessa määritetään halutun järjestelmän laajuus. Halutun järjestelmän kokoa voidaan lähteä hahmottamaan esimerkiksi vastaavanlaisista valmistuneista projekteista. Järjestelmän laajuuteen vaikuttaa olennaisesti järjestelmälle budjetista varattu osuus. Suurin kuluerä aurinkosähköjärjestelmissä on todennäköisesti itse aurinkopaneelit. Suureksi kustannuseräksi voi nousta myös kaapelointi, invertterit ja laitteiston asennustyö. Kun järjestelmälle varattu hinta on selvillä, voidaan helpommin suunnitella kohdekohtaista järjestelmää.

Kirjoitushetkellä paneelien hinnat Suomessa ovat 1–2 €/W. Hintaan vaikuttavat muun muassa paneelille luvattu takuu, paneeliteknikka ja hyötysuhde. Suuremmissa erissä tilattuina paneeleita saa muidenkin laitteiden tapaan halvemmalla. Ulkomailla paneelit ovat selvästi Suomen hintoja edullisempia, esimerkiksi Saksasta saa paneeleita hinnalla 0,5 €/W. Invertterien hintoihin pätee samat asiat, mutta hintaero Suomen ja muun Euroopan välillä ei ole niin merkittävä, varsinkin toimituskulut huomioiden. Laadukkaana pidetyn SMA-invertterin saa 10 kW:n tehoisena Suomesta noin 2 800 eurolla, eli invertterin hinnaksi tulee noin 3,6 €/W.

Huomionarvoinen asia on sähkön tuotantolaitosten verotus. Tullin valmistevero-ohjeen mukaan omakotitaloissa ja muissa pienissä kohteissa yleiset, nimellisteholtaan alle 100 kVA, mikrotuotantolaitokset ovat kokonaan vapautettuja verovelvollisuudesta. Suuremmissa kohteissa, kuten kauppakeskuksissa ja tehdashalleissa, käytetyt nimellisteholtaan yli 100 kVA:n pienvoimalaitokset, joiden vuosituotanto ei kuitenkaan ylitä 800 000 kWh:a, tulee rekisteröidä sähkön pientuottajaksi, ja niistä täytyy toimittaa kerran vuodessa veroilmoitus verkkoon tuottamastaan sähkön määrästä. Näitä suuremmissa järjestelmissä on tehtävä normaali veroilmoitus kuukausittain, riippumatta siitä syöttääkö sähköä verkkoon vai ei. Veroilmoitus tehdään tull.fi-verkkosivuilla, josta saa myös tarkempaa tietoa verotuksesta. [11]

7 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnittelussa luodaan vaihtoehtoisia asetetut tavoitteet täyttäviä suunnitteluratkaisuja. Vaiheen tarkoituksena on selvittää, millaisilla teknisillä vaihtoehtoilla asetetut suunnittelutavoitteet voidaan toteuttaa ja vertailla useita eri ratkaisuja. Vaihtoehtojen dokumentoinnille ei ole asetettu tarkkoja vaatimuksia, mutta niiden tulee riittävästi määrittää ratkaisuja. Lopussa valitaan yksi ehdotetuista suunnitelmista, eli saadaan ehdotussuunnitelma. Ehdotussuunnitteluvaiheesta käytetään TATE12:n mukaista kirjaintunnusta D. [2]

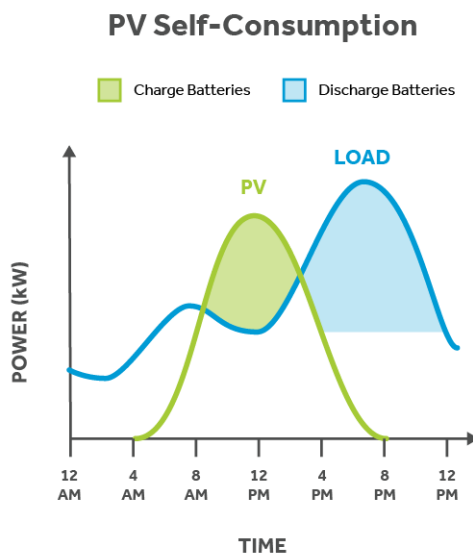
Ehdotussuunnitteluvaiheen tärkeimpiä tehtäviä on kohdekiinteistön pohjakuorman mitoittaminen. Tämän perusteella voidaan seuraavassa suunnitteluvaiheessa mitoittaa järjestelmän komponentit. Ennen varsinaisen laitteiston mitoitusta on hyvä tehdä koko järjestelmän kattavat investointi- ja elinkaarilaskelmat. Laskelmissa voi käyttää apuna samoja laskentaohjelmistoja kuin aurinkopaneeleiden mitoituksessa. Niitä käsitellään tämän työn luvussa 8.1. Järjestelmästä on myös hyvä laatia alustava järjestelmäkaavio. Kaavion avulla nähdään kokonaiskuva järjestelmästä ja sitä voidaan täydentää seuraavissa suunnitteluvaiheissa komponentti- ja kaapelitiedoilla sekä lukumäärillä. Esimerkkejä järjestelmäkaaviosta on liitteessä 3.

Ehdotussuunnitteluvaiheessa mitoitetaan järjestelmän koko tarkemmin. Mitoitus aloitetaan selvittämällä kohteen sähkönkulutuksen pohjakuorma. Pohjakuormaksi tässä tapauksessa katsotaan se sähköteho, jonka rakennus vähintään kuluttaa sinä aikana, kun aurinkosähköä on saatavilla eli auringon paistaessa. Jo olemassa olevasta

kiinteistöstä tämä on helppo selvittää käyttämällä olemassa olevaa mittaustietoa. Uudiskohdetta mitoitettaessa on pohjakuorman laskemiseen käytettävä samankaltaisten kohteiden kulutustietoja ja verrattava niitä mitoitettavan kohteen käyttöprofiiliin ja sähköiseen varustelutasoon.

Suomessa aurinkosähköjärjestelmän tuotto vaihtelee jyrkästi eri vuorokauden- ja vuodenaikojen välillä, ja niin vaihtelee myös kulutus. Jotta järjestelmästä saataisiin mahdollisimman suuri hyöty irti, olisi järkevää suunnitella kulutus noudattelemaan kulloinkin saatavilla olevaa aurinkoenergiaa. Tämä tarkoittaisi yöllä käytetyn energian siirtämistä mahdollisimman suurelta osin valoisalle ajalle. Tämä voitaisiin varsinkin uudiskohteissa toteuttaa järkevällä automaatiolla.

Esimerkiksi kotitalouksissa energiaa ei juurikaan kuluteta päivisin, kun aurinkosähköjärjestelmä tuottaa parhaiten. Silloin tuoton ja kulutuksen tasaukseen auttaisi järjestelmään kytketty akusto. Akkuja ladattaisiin päivällä, kun kuormaa on vähän ja paneelit tuottavat paljon ja illalla sähkön kulutuksen ollessa suurempi, voidaan käyttää akkuihin varastoitu sähkö. Suuremmissa järjestelmissä energian varastointi akustoihin ei ole vielä taloudellisesti järkevää.



Kuva 3. Aurinkosähkön tuoton ja energiankulutuksen vertailu päivän aikana. [12]

Akkuteknologian kehittyessä tulee suurikapasiteettisetkin akustot käyttökelpoisemmiksi. Viimeisimpiä huomioita herättäneitä rakennuksiin tarkoitettujen akkujen markkinoille tulleita yrityksiä on sähköautoja valmistava Tesla Motors. Se julkaisi keväällä 2015 Powerwall-akun, joka sopii pienehkön, 6,4 kWh:n kapasiteettinsa ansiosta lähinnä omakotitaloihin ja muihin pieniin kohteisiin. Tesla on kuitenkin panostanut huomattavasti akkuteknologiaan ja tulee varmasti tulevaisuudessa kehittämään suurempia ja edullisempia akkuja myös kiinteistöjen tarpeisiin. [13]

Ympäristöluokituksen esiselvitys on toinen ehdotussuunnitteluvaiheen tehtävistä. Ympäristöluokitusjärjestelmistä käytetyimpiä ovat suuret kansainväliset järjestelmät LEED ja BREEAM. Molemmissa järjestelmissä aurinkosähköjärjestelmällä tuotettu energia parantaa rakennuksen luokitusta. Esimerkiksi LEED-järjestelmässä aurinkosähköjärjestelmällä pisteitä voi saada 1-3, kun parhaaseen platina-tason luokitukseen tarvitaan vähintään 80 pistettä. Täydet kolme pistettä saa uudisrakennus, joka tuottaa aurinkosähköjärjestelmällä vähintään 10 % sähkön kokonaiskulutuksestaan. Yhteen pisteeseen riittää 1 %, ja kaksi pistettä saa, kun tuottaa 5 % sähkön kokonaiskulutuksesta. [14]

8 Yleissuunnittelu

Yleissuunnitteluvaiheen aikana kehitetään valitusta ehdotussuunnitelmasta toteutuskelpoinen yleissuunnitelma. Tässä vaiheessa suunnitellaan muun muassa maadoitusratkaisut, sähkönjakelujärjestelmä, pääjohtoreitit ja luodaan järjestelmäkaaviot sekä järjestelmäkuvaukset toimintaperiaatteineen. Yleissuunnitteluvaiheesta käytetään TATE12:n mukaista kirjaintunnusta E. [2]

Tässä vaiheessa suunnittelua mitoitetaan ja valitaan järjestelmän laitteisto siten, että se vastaa hankesuunnittelussa määritettyä kokoa ja että sähköverkkoyhtiö saa riittävät tiedot järjestelmän verkkoon kytkemiseksi. Laitteistotiedot tarkennetaan lopulliseen vaiheeseen vielä toteutussuunnitteluvaiheessa. Järjestelmäkomponenttien tiedot päivitetään suunnittelun edetessä järjestelmäkaavioon.

Järjestelmän maadoitukseen voidaan käyttää useita tapoja riippuen muun muassa laitevalinnoista. Valittujen laitteiden maadoitusohjeita ja SFS-käsikirja 607:n ohjeita noudattamalla saadaan aikaan turvallinen ja toimiva maadoitus. Järjestelmän maadoitus

voidaan kuvata rakennuksen maadoituskaaviossa, mutta se esitetään myös aurinkosähköjärjestelmän järjestelmä- ja kaapelointikaavioissa.

8.1 Aurinkopaneelit

Pohjakuorman perusteella valitaan sopiva määrä aurinkopaneeleja niiden nimellistehon perusteella. Paneelien valinnassa kannattaa vertailla eri paneelien hinta-tehosuhdetta ja paneelin hyötysuhdetta. Paneelin tuottaman sähkötehon mitoittamiseen tietyssä kohteessa voidaan käyttää erilaisia laskureita, joita on muun muassa Finsolarin sivuilta <http://www.finsolar.net/?page_id=2571&lang=fi>. Erittäin tarkkaan mitoittukseen päästään esimerkiksi käyttämällä NREL:n SAM-ohjelmaa (><https://sam.nrel.gov/><), johon pystyy syöttämään kohteen tietoja erittäin laaja-alaisesti.

Paneeleita mitoittaessa on tärkeää huomioida asennuspaikassa saatavilla oleva aurinkoenergia, sillä paneelien nimellistehot on laskettu standardiolosuhteissa, jotka eivät vastaa Suomen olosuhteita. Esimerkiksi 1 kW:n nimellistehoinen paneelisto voi tuottaa Etelä-Suomessa noin 800–1000 W säteilymäärästä riippuen. Tuotantoa heikentää entisestään pilvinen sää ja paneeleita ympäröivän ilman korkea lämpötila. [15] Aurinkopaneeleita valittaessa tulee miettiä myös, millä tavalla paneeli voidaan kiinnittää kattorakenteeseen. Tarjolla on kiinnitysratkaisuja monille eri kattotyypeille, joista useat eivät vaadi kattorakenteen puhkaisua.



Kuva 4. Aurinkolipaksi asennetut aurinkopaneelit. Vaisalan pääkonttori Vantaalla. Järjestelmä on NAPS Oy:n suunnittelema. [16]

8.2 Invertteri

Paneelien tuottaman tasasähkön muuntamiseksi sähköverkkoon sopivaksi vaihtosähköksi vaatii hyvälaatuisen invertterin. Invertterin tulee olla sopivan kokoinen paneeliston nimellistehon suhteen. Pieniä omakotitaloja suuremmissa järjestelmissä käytetään kolmivaihe inverttereitä. Laadukas invertteri muuttaa tasasähkön hyvälaatuiseksi siniaalto-vaihtosähköksi. Sähköverkkoyhtiöillä on omat ohjeensa siitä, minkä laatuista sähköä ne suostuvat verkkoonsa ostamaan. Hyvälaatuisen invertterin hyötysuhde on noin 96 % tai sitä suurempi.

Suomen suurimpia invertterivalmistajia on ABB Oy. Sen valikoimissa on monia kokoja pienistä mikroinverttereistä, normaaleihin 5–33 kWh ja aina yli megawattisiin keskitettyihin inverttereihin. Maailman suurimpiin invertterivalmistajiin kuuluvan saksalaisen SMA:n valikoimassa on varmasti sopivan kokoinen invertteri jokaiseen kohteeseen.



Kuva 5. ABB on yksi aurinkosähkökäyttöön tarkoitettujen inverttereiden tuottajista. Kuvassa on ABB:n PRO-33.0-TL-OUTD invertteri, joka pystyy tuottamaan 33 kW:n tehon. [17]

Invertteriä valittaessa tulee ottaa huomioon sen asennuspaikka, esimerkiksi ulosasennettaessa invertteri pitää olla luokiteltu kestäväksi vesisadetta ja lunta. Invertteri asennetaan paneeliston ja sähkökeskuksen välille. Jos paneeliketjuja tai osapaneelistoja on useita, tulee miettiä, mihin kohtaan järjestelmää invertteri onärkevintä asentaa kaapelipituuksien minimoimiseksi. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää

useita mikroinverttereitä, jolloin voidaan entisestään säästää kaapelipituuksissa ja välttää yhdeltä suurelta invertteriltä. Mikroinverttereitä käytettäessä yhden invertterin vikaantuminen ei pysäytä koko järjestelmän sähköntuottoa, ja näin ollen järjestelmä on käyttövarmempi.

8.3 Kaapelit

Kaapelien mitoituksessa tulee huomioida prospektiiviset vikavirrat, ylikuormitussuojan mitoitus, jännitteenalenema ja pienin mitoitusvirta, jonka laskemiseen on ohjeita SFS-käsikirjan 607 sivuilla 38–39 [18, s. 38]. Kaapelointi tulee suunnitella ja asentaa niin, että se kestää veden, lumen, tuulen ja jään aiheuttamaa mekaanista rasitusta. Kaapeloinnin asentaminen esimerkiksi metalliseen suojaputkeen on monessa tilanteessa hyvä tapa suojata kaapeli ulkotiloissa. Invertterin vaihtosähköosalla voidaan käyttää normaaleja viisijohdin-kaapeleita, kuten MMJ 5x2,5S. Tasasähköpuolella käytetään usein 4, 6, ja 10 mm:n parikaapeleita tai muita tasasähkökäyttöön soveltuvia johtimia, esimerkiksi MKEM-90-johtimia.

Perinteisiltä kaapelivalmistajilta Prysmianilta ja Rekalta ei löytynyt Suomen valikoimista nimenomaan aurinkosähkösovelluksiin suunniteltua parikaapelia. Prysmianin maailmanlaajuisilla verkkosivuilla on kuitenkin Tecsun-kaapeliperhe aurinkosähköasennuksiin. Kysynnän lisääntyessä myös Suomen markkinoille on varmasti pian tulossa enemmän vaihtoehtoja. Tällä hetkellä sopivia kaapeleita on lähinnä aurinkosähköjärjestelmien komponenttien jälleenmyyjillä. Joillain jälleenmyyjillä oli tarjota, Drakan ajoneuvoasennuksiin tarkoitettua parikaapelia aurinkosähkökäyttöön.

8.4 Suoja- ja erotuslaitteet

Mikrogeneraattoriasennus on suojattava ylivirralla SFS 6000 -standardin mukaisesti. Jakeluverkon kanssa rinnakkain toimivaa mikrogeneraattorin ylivirtasuojasta suunniteltaessa tulee varmistaa, että se toimii oikein jakeluverkkoyhtiön suojalaitteiden kanssa. [19] Monesti inverttereihin on integroitu valmiiksi invertterin nimellistehon mukaiset suojalaitteet.

Järjestelmä tulee olla erotettavissa jakeluverkosta kytkimellä, johon jakeluverkon haltijalla on vapaa pääsy. Generaattorilaitteiston täytyy automaattisesti kytkeytyä irti verkosta, jos verkon jännite katkeaa tai jos generaattorin tuottama jännite tai taajuus eroaa normaaliverkon ilmoitetuista arvoista. [20] Erotuslaitteiden asentaminen invertterin molemmin puolin tekee huoltotilanteessa invertterin jännitteettömäksi tekemisen helpommaksi. Sopivia erotuskytkimiä on esimerkiksi ABB:n laajassa valikoimassa.

8.5 Mittarointi ja datankeräysjärjestelmä

Mittaroinnin vähimmäisvaatimus on pystyä erottamaan omaan käyttöön ja myyntiin menneen sähkön osuudet. Sähkönjakeluverkonhaltijan vastuulla on energiamittari, jolla mitataan kiinteistön verkkoon tuottamaa ja verkosta otettua energiaa [5]. Järjestelmän valvontaan ja datan keräämiseen suuremmissa järjestelmissä asennetaan myös datankeräysjärjestelmä. Yleensä invertteriin on sisäänrakennettu datan tallentamiseen pystyvä ohjelmisto.

Saatavilla on myös erillisiä laitteita, niin sanottuja data-loggereita, jotka pystyvät keräämään ja tallentamaan järjestelmän eri parametreja. Mitattavia parametreja ovat esimerkiksi sähköverkon jännite, sähköverkkoon syötetty virta ja kuorman teho. Järjestelmä voi tallentaa myös ulkoisia arvoja kuten ulkolämpötilaa, tuulen nopeutta ja moduulien lämpötiloja. Loggeri tai muu datankeräin, liitetään yleensä rakennuksen muuhun automaatiojärjestelmään, jonka kautta dataa voidaan tarkastella halutulla tavalla. Usein data visualisoidaan erilaisiksi diagrammeiksi ja taulukoiksi, joista sitä on helppo tarkastella ja vertailla.

Myös muusta järjestelmään koskevasta toiminnasta on hyvä pitää kirjaa. Tällaisia tapahtumia voivat olla esimerkiksi komponenttien vaihdot, häiriöt, viat, epätavalliset tapahtumat ja onnettomuudet. Pidemmällä aikavälillä kerätystä datasta saadaan arvokasta tietoa tulevia järjestelmiä varten, esimerkiksi järjestelmän mitoittamiseen ja todellisen tuoton sekä huoltotarpeiden arviointiin

9 Rakennuslupatehtävät

Rakennuslupatehtävä-vaiheessa selvitetään rakennushankkeen vaatimat lupamenettelyt, varmistetaan pääpiirustusten hyväksyttävyyden, suunnittelijoiden kelpoisuus ja laaditaan lupahakemus. Prosessista saadaan tuloksena rakennuslupa-asiakirjat. Rakennuslupatehtävät-vaiheessa käytetään TATE12:n mukaista kirjaintunnusta F. Tämä vaihe on yksi tärkeimmistä aurinkosähköjärjestelmää suunniteltaessa, sillä sen aikana hankitaan kaksi järjestelmän toteutumisen kannalta välttämätöntä lupaa. [2]

9.1 Sähkøyhtiön valinta

Jotta ylijäämä sähkö voidaan myydä takaisin verkkoon, tulee sähkøyhtiöksi valita yhtiö, joka ostaa asiakkaansa tuottamaa sähköä. Nykyään suuri osa sähkøyhtiöistä ostaa asiakkaan ylijäämä sähkö, mutta asia kannattaa tarkistaa etukäteen yhtiöltä. Ylijäämä sähkö ostavia yhtiöitä voi etsiä muun muassa Energiaviraston ylläpitämältä sivustolta <<http://www.sahkonhinta.fi>>. Syöttämällä sivustolle kiinteistön perustietoja saadaan lista, josta näkyy, mitkä yhtiöt ostavat itse tuotettua sähköä.

Tutkielmaa tehtäessä Sähkönhint.fi-sivuston perusteella pääkaupunkiseudulla aurinkosähköä ostavia yhtiöitä olivat muun muassa Helen Oy, Nordic Green Energy, Porvoon Energia Oy, Vattenfall Oy ja Finkraft Oy. Aurinkosähköä ostavia yrityksiä oli huomattavasti enemmän kuin niitä, jotka eivät sitä ostaneet. Tulevaisuudessa aurinkosähköä ostavien yritysten määrä tulee varmasti edelleen lisääntymään.

Vattenfall Oy	Täysydin	5555,20	4,27		
Vattenfall Oy	Täysvesi	5555,20	4,27		
Helen Oy	Lämmityssähkö, 24 kk - Säästä heti 48 € laskussa	5574,00	4,29		
Lappeenrannan Energia Oy	Tuulivoima - Aikasähkö	5583,00	4,29		
Oulun Sähkönmyynti Oy	Vihreävirta 24 kk Aikasähkö	5602,00	4,31		
Keravan Energia Oy	Aikasähkö	5611,00	4,32		
Kuopion Energia Oy	Yleissähkö 24 kk	5623,80	4,33		
KSS Energia Oy	KSS Vesi 24 kk yleissähkö	5677,40	4,37		
Lahti Energia Oy	Etupesä Yleissähkö 24 kk	5700,00	4,38		
Lahti Energia Oy	Etupesä Yösähkö 24 kk	5706,00	4,39		
Lännen Omavoima Oy	OMA 24kk yleis	5715,40	4,40		
Imatran Seudun Sähkö Oy	VoimaAika 24kk	5735,60	4,41		
Mäntsälän Sähkö Oy	Yleissähkö, määräaikainen	5742,40	4,42		

Kuva 6. Ote Sähkönhint.fi -sivustolla tehdystä hausta. Aurinkosähköä ostavat yhtiöt tunnistaa

9.2 Lupa verkkoon syöttämisestä

Mahdollisimman aikaisessa vaiheessa projektia on hyvä tiedustella paikalliselta sähköverkkoyhtiöltä lupaa ja ohjeita järjestelmän liittämiseksi sähköverkkoon. Suomen sähkömarkkina-alueissa määrätään, että paikallisen sähköverkonhaltijan tulee kohtuullista korvausta vastaan liittää tekniset vaatimukset täyttävä voimalaitos sähköverkkoonsa [22]. Jakeluverkkoyhtiö vastaa sähkönsiirrosta, sen mittaroinnista sekä tuotantolaitoksen verkkoon kytkemisestä. Lupaa alle 100 kVA:n suuruisille laitoksille haetaan verkkoyhtiöltä liitteen 2 lomakkeella tai verkkoyhtiön omalla, vastaavan tapaisella lomakkeella. [23]

Lomakkeeseen täytettäviä tietoja ovat hakijan yhteystiedot, tuotantolaitteiston perustiedot ja tuotantolaitteiston tekniset tiedot. Tuotantolaitteiston asentajan/urakoitsijan tiedot täyttää itse urakoitsija. Hakemukseen on myös mahdollista lisätä liitteitä ja lisätietoja, kohtaan viisi. Kohdasta 3 ”Tuotantolaitoksen tekniset tiedot” valitaan, minkä standardin tai suosituksen vaatimukset suunniteltu laitteisto täyttää.

Vaihtoehtoina ovat Energiateollisuus ry:n suositus 2011 tekninen liite 1, saksalainen vaatimusdokumentti VDE-AR-N 4105 2011-8, Mikrotuotantostandardi SFS-EN 50438 tai ”Muu, mikä?”, jolloin tulee täyttää myös kohta 3.1. Energiateollisuuden tekninen liite 1 on tämän työn liitteenä 7, ja se on saatavilla myös energiateollisuuden verkkosivuilta. Energiateollisuus ry on julkaissut myös Verkostosuositus YA9:13 -dokumentin, jota voidaan käyttää pienten mikrotuotantolaitosten vaatimuspohjana. Julkaisun perustana on käytetty Mikrotuotantostandardia SFS-EN 50438. Soveltuvien osien noudatetaan standardeja SFS 6000-5-551.6 ja/tai 551.7.

Koska mikrotuotantolaitteiston yleistietolomake on tarkoitettu kaikentyyppisille mikrotuotantolaitoksille, tulee siitä aurinkosähköjärjestelmälle lupaa haettaessa valita tuotantomuodoksi aurinko. Muita täytettäviä tietoja ovat tuotantolaitteiston nimellisteho, laitteiston syöttämä enimmäisvirta, verkon liitäntälaitteen malli ja sen valmistaja sekä tapa, jolla laitteisto kytketään verkon vaiheisiin.

Yli 100 kVA:n kokoisille järjestelmille ei ole valmista ilmoituspohjaa, vaan tiedot toimitetaan muulla selkeällä tavalla verkkoyhtiölle. Toimitettavia tietoja ovat laitoksen tyyppi ja sijainti, pääkaavio, nimellisteho, nimellisvirta, invertterin tyyppitiedot, suojausasetteluarvot ja toiminta-ajat ja tiedot saarekekäytön estosuojauksen

toteutuksesta. Yli 100 kVA laitteistojen liittamisestä jakeluverkkoon on Energiateollisuudelta julkaistu oma suositus ”Tekninen liite 2”. Dokumentissa annetaan laitteistojen suunnittelulle ohjeita ja teknisiä toiminta-arvoja. Myös tekninen liite 2 ja taulukossa 2 mainitut sopimusehdot ovat saatavilla Energiateollisuuden verkkosivuilta. [24]

Taulukko 2. Tuotantolaitosten luokittelu, käyttötavan- ja tarkoituksen mukaan. Samaa taulukkoa voidaan käyttää sekä alle 100 kVA, että yli 100 kVA laitosten suunnittelussa. [23]

		Luokka	Rinnan- käynnin esto	Tahdistus	Yhteen- sopivuus	Saareke- käytön esto	Sopimus- ehdot
Yleisestä jakeluverkosta erossa käyvät tuotanto- laitokset	Rinnankäyttö estetty mekaanisesti	1	X				LE05 ja VPE10
	Sähkön siirto jakeluverkkoon estetty	2		X			LE05 ja VPE10
Yleiseen jakeluverkkoon syöttävät tuotanto- laitokset	Tuotetulle sähkölle ei ole ostajaa	3		X	X	X	LE05 ja TVPE11
	Tuottaja myy sähköä sähkömarkkina- osapuolelle	4		X	X	X	LE05 tai TLE11 ja TVPE11

Sähköverkkoyhtiön kanssa yhteistyössä toimitaan rakennushankkeen aikana paljon, ja on siksi suuressa roolissa järjestelmän toteuttamisessa. Sähköverkkoyhtiö määrittelee ja antaa ohjeet esimerkiksi suojalaitteiden toiminnasta ja siitä, kuinka suurta verkkoon syötetyn jännitteen vaihtelu saa enimmillään olla. Sähköverkkoyhtiö on lopulta se taho, joka päättää, voidaanko suunniteltu järjestelmä toteuttaa.

9.3 Toimenpidelupahakemus

Paneelien asentamiselle täytyy hakea lupaa kunnan rakennusvalvontavirastolta. Kunnan rakennusvalvonta valvoo oman kuntansa alueella, että rakentamisen velvoitteita noudatetaan. Rakennustyö, joka on aloitettu ennen rakennusluvan saamista, voidaan lopettaa rakennusvalvonnan toimesta, tai sen valvomisesta voidaan periä korkeampaa maksua. Lupaa haetaan toimenpidelupahakemuksella, joka on tämän työn liitteenä 1.

Luvan hakija täyttää lomakkeesta kohdat 1–12, joihin merkitään esimerkiksi rakennuksen, hakijan ja suunnittelijoiden perustiedot. Kun lomake saadaan takaisin rakennusvalvontaviranomaiselta, siihen on täytetty lomakkeen loput kohdat ja merkitty lomakkeen toiselle sivulle, mitä liiteasiakirjoja lupaprosessi vielä vaatii. Hakemusta voidaan joutua täydentämään useita kertoja rakennushankkeen edetessä. Tarkemmat ohjeet hakemuksen täyttöön ovat liitteen 1 sivuilla 3 ja 4.

Rakennusvalvontavirasto voi antaa muutamia erilaisia päätöksiä. Se voi kieltää paneelien asennuksen kokonaan, esimerkiksi suojellun julkisivun vuoksi. Virasto voi myös vaatia toimenpideluvan, kaupunkikuva-arkkitehdin tai muun vastaavan tahon hyväksyvän päätöksen. Helpoimmalla saattaa päästä pelkällä toimenpideilmoituksella, joka sisältää maksun ja toimenpideluvan täyttämisen, tai rakennusvalvonta saattaa olla vaatimatta mitään. [25] Tyypillisesti katon lipan mukaisesti asennettavat paneelit saa asentaa ilman lupaa. Suurempia järjestelmiä suunniteltaessa saattaa olla syytä selvittää maankäyttö- ja rakennuslain edellytykset paikallisesta rakennustarkastuksesta.

10 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnittelussa tehdään yleissuunnitelma rakentamista ja hankintaa palvelevaksi ja tuotemäärittelyksi. Toteutussuunnittelu jaetaan kahteen osaan, hankintoja palveleviin- ja toteutusta palveleviin suunnitelmiin. Tuloksena vaiheesta saadaan hyväksytyt toteutussuunnitelmat. Toteutussuunnitteluvaiheessa käytetään TATE12:n mukaista kirjaintunnusta G. [2]

Toteutussuunnitteluvaiheessa täydennetään ja muutetaan suunnitelmia tarvittaessa siten, että ne täyttävät viranomaisten ja verkkoyhtiön asettamat vaatimukset ja järjestelmä saa tarvittavat luvat. Verkkoyhtiö saattaa esimerkiksi vaatia järjestelmää koskevia lisälaskelmia tai tarkempia komponenttitietoja. Rakennuslupaviranomainen voi vaatia esimerkiksi jotain liitteen 1 sivun 2 liiteasiakirjoista, kuten ympäristölupaa, energiaselvitystä tai leikkauskuvia tietyistä piirustuksista. Rakennuslupaviranomainen voi myös haluta, että liiteasiakirjoja täydennetään. [25]

Laitteistotiedot täydennetään mahdollisimman lopullisiksi, jotta rakentamisen valmistelussa, laitteistotoimittajilta saadaan tarjouksia samanlaisista järjestelmistä,

jolloin tarjoukset ovat vertailukelpoisia. Laitteistotoimittajia ja komponenttivalmistajia on kattavasti <<http://www.ensolar.com>> -sivustolla. Sivuston mukaan ainut suomalainen paneelivalmistaja on Naps Solar Systems, mutta esimerkiksi Euroopassa on sivuston mukaan yli 100 eri valmistajaa. Suomalaisia invertterivalmistajia on ABB:n lisäksi myös Vacon ja Powernet. Järjestelmän vaatimat laitteet ja kaapelit lisätään tässä vaiheessa määräluetteloon.

Jotta toteutussuunnitelmat sisältyisivät projektiin, tulee sopimuksessa olla erikseen valittuna Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelosta tehtävä G 6.2.11 eli toteutusta palvelevat suunnitelmat. Se on luettelossa otsikon G 6.2. "Toteutusta palvelevan suunnittelukokonaisuuden laadinta" alla. [2]

11 Rakentamisen valmistelu

Rakentamisen valmistelu on viimeinen suunnitteluvaihe ennen varsinaisen rakentamisvaiheen aloitusta. Vaiheen tehtävät täydentävät suunnittelua. Tehtäviä ovat esimerkiksi rakentamisen organisointi, rakentamistehtävien kilpailuttaminen, rakentamisvalmiuden varmistaminen, sopimusneuvottelujen käyminen ja hankinta- ja urakkasopimusten laatiminen. Tuloksena saadaan rakentamispäätös. Rakentamisen valmistelu -vaiheessa käytetään TATE12:n mukaista kirjaintunnusta H. [2]

Rakentamisen valmistelu -vaiheessa kilpailutetaan muiden järjestelmien ohella myös aurinkosähköjärjestelmän komponenttien laitteistotoimittajat. Suomessa toimivat yritykset, jotka toimittavat aurinkopaneeleita, tarjoavat usein myös kaikki muut järjestelmään tarvittavat komponentit. Yritykset tarjoavat monesti kokonaisia järjestelmiä, avaimet käteen –periaatteella. Yksittäiset komponentit voidaan kilpailuttaa ja hankkia erikseenkin. Paneelit ovat järjestelmän osa, jonka saatavuus on heikoin, sillä muut komponentit, kuten invertteri, suojalaitteet ja kaapelit, ovat yleisemmin käytössä muissakin sähköjärjestelmissä ja niiden saatavuus on parempi.

Yksi suurimmista suomalaisista paneelien ja kokonaisjärjestelmien toimittajista on Naps Systems Oy. Yritys on asentanut Suomeen yli 50 000 aurinkosähköjärjestelmää ja toimii myös maailmanlaajuisesti. JN-solar ja Eurosolar ovat kaksi hieman pienempää Suomessa toimivaa aurinkosähköjärjestelmätoimittajaa. Suomessa järjestelmiä toimittavat myös useat sähköyhtiöt, kuten Fortum Oyj ja Helen Oy.

Helen Oy käyttää aurinkoenergiaa myös omassa sähköntuotossaan. Se käynnisti Suomen suurimman aurinkosähkövoimalan 14.4.2016 Helsingin Kivikossa. Laitos syöttää yli kolmella tuhannella paneelilla tuottamansa sähkön suoraan jakeluverkkoon. Yhteensä Helenin aurinkosähkövoimalat pystyivät tuottamaan yli megawatin tehon, mikä vastaa noin 13 %:a kaikesta Suomessa verkkoon kytketystä aurinkoenergiasta. [26]

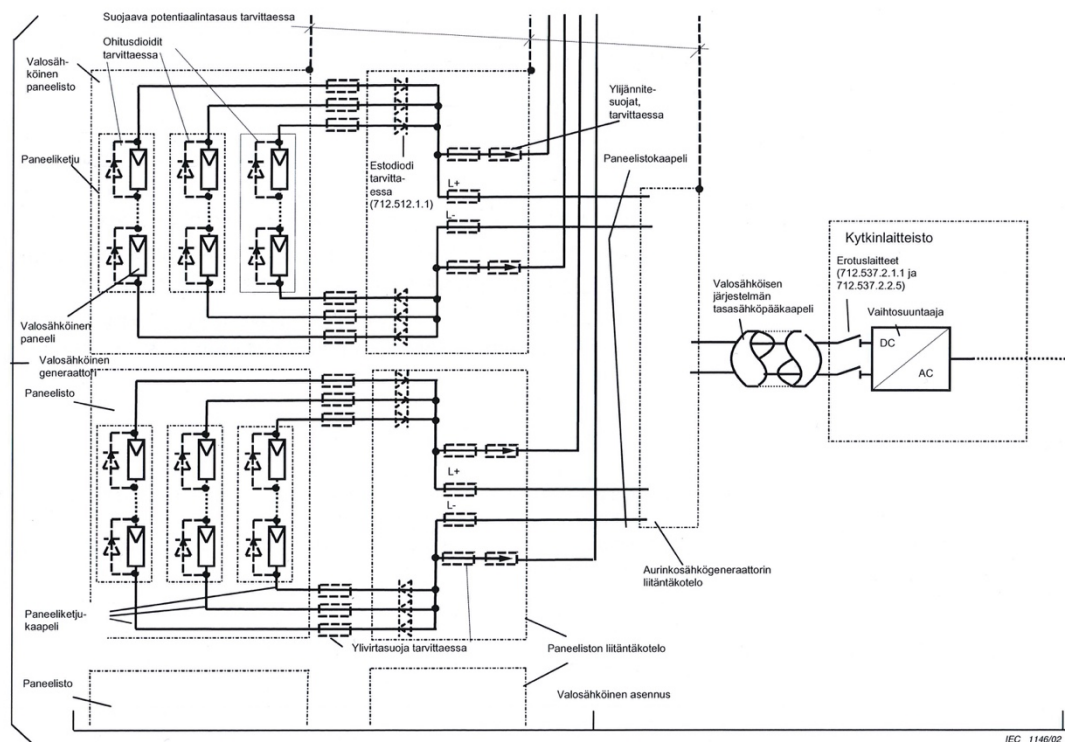
Lisää Suomessa toimivia järjestelmätoimittajia on listattu ilmastoifon verkkosivuille <<http://ilmastoinfo.fi/aurinkosahkoakotiin/toimittajat/>>. Kattavasti ulkomaalaisia paneeli- ja aurinkosähköjärjestelmäkomponenttien toimittajia on esimerkiksi sivustolla <<http://www.enfsolar.com>>.

Vaiheen aikana voidaan laitteistovalinnoilla täydennetyt suunnitelmat joutua vielä hyväksyttävä uudelleen viranomaisilla ja verkkoyhtiöllä. Jos laitetoimittajien tarjoukset vastaavat kilpailutettuja ja jo kertaalleen hyväksytettyjä suunnitelmia, ei uudelleen hyväksymiselle ole tarvetta.

12 Rakentaminen

Rakentamisvaiheessa varmistetaan, että toteutus on sopimuksenmukainen, lopputulos täyttää sille asetetut tavoitteet sekä tarvittava ylläpito- ja käyttövalmius. Rakennusvaiheen lopussa tehdään vastaanottopäätös ja urakan vastaanotto. Rakentamisvaiheessa käytetään TATE12:n mukaista kirjaintunnusta I. [2]

Rakentamisvaiheen alettua tarkistetaan vielä laitetoimittajien laitteiden soveltuvuus ja oikeellisuus, eli vastaako laitteisto kilpailutettua. Jos laitetoimittajalta tai urakoitsijalta on tilattu suunnitelmia järjestelmän osista, ne tulee käydä läpi ja hyväksyä. Kaapelointi- ja johdinkaavio viimeistellään asennetuilla johdin-, suojalaite-, invertteri- ja paneelitiedoilla. Kaapelointi- ja johdinkaaviossa esitetään myös järjestelmän maadoitusperiaate. Esimerkkejä kaaviosta on liitteessä 3. Järjestelmän osat esittävä paikannuspiirustus laaditaan laitteiston löytämisen helpottamiseksi esimerkiksi huolto- tai palotilanteessa.



Kuva 712.2 Valosähköinen asennus – Esimerkki, jossa on useita paneelistoja

Kuva 7. Esimerkki tavasta, jolla johdin- ja kaapelointikaavio voidaan toteuttaa. [18]

Kaikkiin tasasähköpuolen osiin on asennettava takajännitteestä kertovat varoituskilvet. Tämän tarkoittaa keskuksia, kaapeleita, kytkimiä, kytkentärasioita, paneeleita ja kytkentä- ja erotuspisteitä. Kilpien tulee olla IEC-vaatimusten mukaisia. [18] Varoituskilvistä on esitetty malleja liitteessä 5. Varoitusmerkinnöillä on tärkeä merkitys henkilöturvallisuuden kannalta, sillä aurinkosähköjärjestelmään liitetyt osat voivat olla jännitteisiä esimerkiksi sähkökatkon aikana tai huoltotilanteessa, vaikka verkkosyöttö olisikin katkaistu.

Asentamisessa noudatetaan valmistajan asennusohjeita ja sähköisissä asennuksissa soveltuvien osien standardisarjaa SFS 6000, erityisesti standardia SFS 6000-7-712 sekä soveltuvia IEC/EN-standardia. Järjestelmän asentajalla tulee olla riittävät luvat jänniteasennuksien suorittamiselle. Myös tasasähköosan jännitteet nousevat niin suuriksi, että maallikko ei saa asennustöitä suorittaa.

Rakentamisvaiheessa aletaan laatia ja koota yhteen asiakkaalle luovutettavia asiakirjoja. Näihin kuuluvat datalehdet paneeleista, inverttereistä ja muista merkittävistä komponenteista. Datalehti sisältää tuotteen peruskuvauksen ja määrittelyt. Datalehti on tyypillisesti 1 tai 2 sivua pitkä, mutta se ei ole täydellinen tuotemanuaali. Datalehdet sijoitetaan lähelle kutakin laitetta.

Järjestelmästä kootaan myös niin sanottu arvokilpi, joka lisätään yleensä järjestelmästä kootun datapaketin etusivulle. Arvokilpi sisältää vähintäänkin seuraavat perustiedot: projektin tunnus, järjestelmän mitoitusote, paneelien ja invertterien valmistajatiedot, malli- ja lukumäärätiedot, asennuspäivä, käyttöönottopäivä, asiakkaan nimi ja asennuskohteen osoite. [1, s. 14.]

Käyttäjälle laaditaan järjestelmän käyttö- ja kunnossapito-ohjeet. Niihin kuuluvat muun muassa tarkistuslista tehtävistä laitteiston vikaantuessa, järjestelmän hätäsulkemis- ja erotustoimenpiteet sekä kunnossapito- ja puhdistusohjeet. Laitteiden käyttöohjeet ja takuutiedot voidaan liittää näihin dokumentteihin. Järjestelmän käyttö- ja kunnossapitotiedot toimitetaan huoltokirjan laatijalle. [1, s. 10.] Järjestelmän käyttäjällä on ensiarvoisen tärkeä rooli laitteiston hyvän tuoton varmistamisessa ja mahdollisista vikatilanteissa raportoinnissa.

13 Käyttöönotto

Käyttöönottovaiheessa käyttäjälle annetaan opastus järjestelmien käyttöön ja varmistetaan järjestelmien toiminta. Käyttöönotossa varmistetaan, että urakoitsijan oma laadunvarmistus on ollut toimivaa ja tarkastellaan toteutuneen järjestelmän suunnitelmanmukaisuutta. Käyttöönoton tavoitteena on ottaa rakennus virallisesti käyttöön. Käyttöönottovaiheessa käytetään TATE12:n mukaista kirjaintunnusta J. [2]

Käyttöönottovaiheessa suoritetaan viimeiset testit käyttöönottoon liittyen ja laaditaan niistä testauspöytäkirja. Käyttöönottotarkastukset tehdään standardin SFS 6000-6 ohjeita noudattaen ja standardin SFS-EN 62446 erityisvaatimukset huomioon ottaen. Jälkimmäinen standardi on myös SFS-käsikirjassa 607. Tarkastuksiin kuuluvat aistinvaraiset tarkastukset, tyyppitarkastus ja paneeliston testit. Näistä laaditaan lopuksi testauspöytäkirjat, joista on malleja liitteessä 4. Kopiot kaikista testeistä ja käyttöönottoon liittyvästä datasta luovutetaan kiinteistön käyttäjälle. [1, s. 18.]

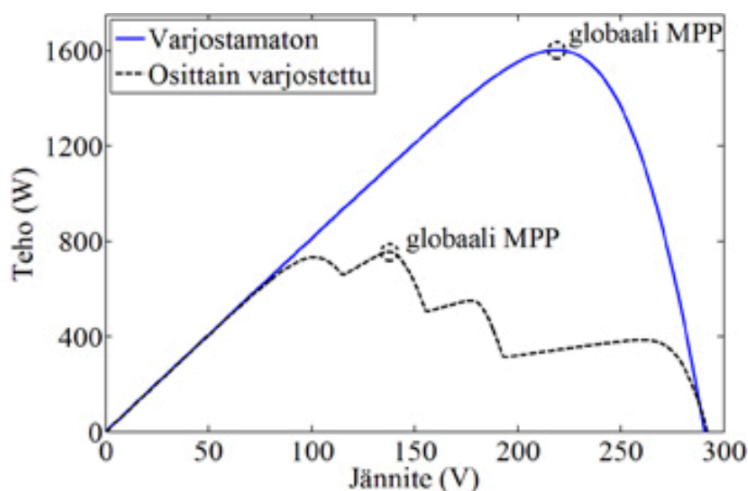
Käyttöönottotarkastuksen raportissa annetaan suositukset siitä, millaisin väliajoin kunnossapitotarkastuksia tulisi pitää. Tarkastustiheys vaihtelee järjestelmän käytön, kunnossapidon laadun, ulkoisten tekijöiden ja laitteiden laatuun perustuen. Raportista tulee saada lisätietoa siitä, ketkä vastaavat järjestelmän rakentamisesta, tarkastuksista ja suunnittelusta sekä heidän vastuulaajuuksistaan.

Käyttöönottovaiheessa kaikki piirustukset täydennetään vastaamaan todellisia asennuksia eli laaditaan kiinteistön loppukuvat. Jotta loppukuvat sisältyisivät projektiin, täytyy sopimuksessa olla valittuna taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelosta, käyttöönoton alta, erikseen tilattava tehtävä J 6.2 "Luovutuspiirustukset". [2]

14 Takuuaika

Takuuajan tehtävillä varmistetaan, että järjestelmät toimivat oikein ja että niitä on käytetty suunnitellulla tavalla. Takuuaikana seurataan, kuinka rakennus toimii, suoritetaan takuuajan säädöt ja korjataan esiin tulleet puutteet. Takuuajalta saadaan tuloksena takuutarkastuspöytäkirjat. Takuuaika-vaiheessa käytetään TATE12:n mukaista kirjaintunnusta K. [2]

Takuuaikana suoritetaan mahdolliset takuutarkastukset ja tarkistusmittaukset sekä kunnossapitotarkastukset. Mittausten perusteella järjestelmää voidaan tarvittaessa säätää paremman toiminnan saavuttamiseksi, esimerkiksi paneeleiden kallistuskulmaa muuttamalla. Takuuaikana käyttäjän tulisi määrääjoin tarkistaa, ettei paneeleiden päälle ole kertynyt roskaa tai muuta likaa ja muun laitteiston yleinen kunto. [2]



Kuva 8. Varjostuneen paneelin tehontuotto pienenee huomattavasti. [27]

Laitteiden takuuajojen pituudet vaihtelevat laitekohtaisesti. Paneeleille voidaan antaa eri takuuajat materiaali- ja valmistusvirheille ja tuoton pysyvyydelle. Usein materiaalitakuu on 10 vuotta ja tuotannonpysyvyydelle luvataan 25 vuoden kestoikä. Paneelien oletetaan monesti kestävän jopa 30 vuotta. Pitkä takuu aika on tärkeä, sillä aurinkosähköjärjestelmän tulisi, nykyisellä hintatasolla, kestää monessa kohteessa yli 20 vuotta, että järjestelmä maksaisi itsensä takaisin tai alkaisi tuottaa ”voittoa”. Invertterien takuut ovat monesti paneeleita lyhemmät eli ne kestävät vain viisi vuotta. Takuuajat vaihtelevat laitteittain, ja kalliimmilla laitteilla saa yleensä paremman takuun. Esimerkiksi SMA tarjoaa joillekin inverttereilleen jatkettua takuuta, kun tuotteen rekisteröi heidän verkkosivuilleen. [28]

Takuuajalta saadaan myös kiinteistön todelliset kulutustiedot, joita voidaan verrata projektin alussa laskettuihin lukuihin ja arvioida niiden tarkkuutta. Kun rakennus on ollut jonkin aikaa käytössä, nähdään, paljonko asennettu aurinkosähköjärjestelmä on todellisuudessa tuottanut energiaa, ja voidaan jälleen verrata sitä mitoituservoihin. Kokonaisuudessaan voidaan arvioida järjestelmän toimivuutta ja onnistumista ja käyttää dataa seuraavissa projekteissa.

15 Yhteenveto

Aloitin työskentelyn Rejlersillä kesällä 2015 opintoihin kuuluvan toisen työharjoittelujakson merkeissä. Idea insinöörityön tekemiseen aurinkosähköjärjestelmän suunnitteluprosessista tuli esille kesän lopussa. Rejlers Oy:n kannalta tavoitteena oli selkeyttää aurinkosähköjärjestelmän suunnitteluprosessia. Sen takia tutkielman tavoitteenasettelu tehtiin yhteistyössä yrityksen kanssa. Itseäni aiheessa kiinnosti sen ajankohtaisuus ja se, että sitä ei juurikaan ollut opinnoissani käsitelty.

Aluksi tutustuin aurinkosähköjärjestelmäteoriaan lukemalla aiheeseen liittyviä oppinnäytetöitä ja huomasin niiden sisältävän lähinnä teoriaa aurinkosähkön tuottamisesta. Sama teoria toistui monessa työssä, joten päätin, että en keskity siihen omassa tutkielmassani. Sen sijaan halusin rajata aiheen tarkasti ja halusin työn olevan käytännönläheinen työkalu suunnittelijalle. Jostain asioista olisi voinut kirjoittaa enemmänkin, mutta pyrin pitämään rajauksen yhtenäisenä.

Lisäksi luin aiheeseen liittyviä standardeja ja SFS-käsikirjaa 607. Varsinkin käsikirja 607 osoittautui kattavaksi tietopaketiaksi aiheesta. Siihen on koottu tärkeimmät aurinkosähköjärjestelmiä koskevat standardit. Aluksi käsikirja vaikutti sekavalta, mutta käytettyäni sitä enemmän huomasin ymmärtäväni tekstiä paremmin. Opin käyttämään teosta paremmin ja tulen varmasti käyttämään sitä myös jatkossa.

Paljon erilaisia lähteitä löysin myös internetistä. Internetlähteen etu on yleensä ajantasaisuus verrattuna painettuihin lähteisiin. Kirjastosta löytämäni teokset olivat vanhahtavia, eikä niissä ollut esimerkiksi viimeisimpiä määräyksiä tai jatkuvasti kehittyviä laite- ja hyötysuhdetietoja. Netissä koekäytin useita laskenta- ja mitoitusohjelmistoja, joiden käyttö suunnittelun tukena on välttämätöntä.

Jo aikaisessa vaiheessa päätettiin rakentaa tutkielmani noudattelemaan TATE12:n suunnitteluvaiheita. Tämän ansiosta rakenteesta tuli selkeä. Se on myös helppokäyttöinen suunnittelijalle, koska tehtäväluettelon rakennetta käytetään muussakin taloteknisessä suunnittelussa. Itselleni tähän tutustuminen oli hyödyllistä, koska opinnoissa tehtäväluettelo ei ole tutustuttu, mutta se on kuitenkin tärkeä dokumentti työelämässä. Kokosin tärkeimmät vaiheet myös tehtävälistaksi (liite 6), jonka avulla saa nopean kuvan suunnittelun vaiheista.

Tutkielman tekemisessä helppoa oli rakenteen hahmottaminen. Hankalampaa oli eri tehtävien sijoittaminen suunnitteluvaiheisiin ja se, kuinka kaikkiin vaiheisiin saisi jotain tehtäviä, sillä halusin pitää rakenteen samana kuin tehtäväluettelossa. Pitkän pohdiskelun jälkeen sain mielestäni järkevän kokonaisuuden, jossa tehtävät on sijoitettu loogisesti.

Mielestäni saavutin asettamani tavoitteet hyvin, sillä sain pidettyä rakenteen selkeänä, helppokäyttöisenä ja tiiviinä. Ennakkokäsityksenä lupaprosessista oli hieman negatiivinen, koska kuvittelin sen olevan hankalaa. Tutkimuksestani selvisi, että lupaprosessi on selkeämpi, kuin kuvittelin. Opin tutkielmaa tehdessäni paljon aurinkosähköjärjestelmistä ja olen nyt valmiimpi suunnittelemaan todellisia kohteita. Aiheessa riittää vielä valtavasti opittavaa ja aionkin jatkaa sen parissa myös työelämässä.

Lähteet

- 1 SFS-EN 62446. Sähköverkkoon kytketyt valosähköiset järjestelmät. Minimivaatimukset järjestelmän dokumentaatiolle, käyttöönototesteille ja tarkastuksille. 2010. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 2 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE12. 2013. Rakennustieto Oy.
- 3 Yritysesittely. Verkkoaineisto. Rejlers Oy. <<http://www.rejlers.fi/Yritys/>>. Luettu 11.4.2016.
- 4 Opinmäen kampus. Verkkoaineisto. <opinmaki.fi>. Viitattu 17.4.2016.
- 5 Verkkoon liitetty aurinkosähköjärjestelmä. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/tarvittava_laitteisto/verkkoon_liitetty_aurinkosahkojarjestelm_a>. Luettu 20.2.2016
- 6 Energiategohokkuus suunnitteluvaiheessa. Verkkoaineisto. Rakennusteollisuus ry. <<https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Ilmasto-ja-energiapolitiikka/Energiategohokkuus-suunnitteluvaiheessa/>>. Luettu 20.2.2016.
- 7 Aurinkosähköjärjestelmien hintatasot ja kannattavuus. Verkkoaineisto. FinSolar. <http://www.finsolar.net/?page_id=1363&lang=fi>. Luettu 20.2.2016.
- 8 Sunenergia kotisivut. Verkkoaineisto. <sunenergia.com>. Luettu 17.4.2016.
- 9 Aurinkosäteilyn määrä Suomessa. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringonsateilyn_maara_suomessa>. Luettu 23.2.2016.
- 10 Aurinkosähkö kotiin. Verkkoaineisto. Ilmastoinfo. <<http://ilmastoinfo.fi/aurinkosahkoakotiin/miten/huomioitavaa/>>. Luettu 11.2.2016.
- 11 Valmisteverotuksen ohje 21, Energiaverotus. 2015. Verkkodokumentti. Tulli. <http://www.tulli.fi/fi/suomen_tulli/julkaisut_ja_esitteet/asiakasohjeet/valmisteverotus/tiedostot/021.pdf>. Päivitetty 5/2015. Luettu 31.3.2016.
- 12 Energian tarpeen- ja saatavuuden vaihtelu. Verkkoaineisto. Aguion Energy. <<http://www.aquionenergy.com/wp-content/uploads/2016/02/AquionCharts-01.png>>. Viitattu 17.4.2016.
- 13 Tesla powerwall. Verkkoaineisto. Tesla Motors. <https://www.teslamotors.com/fi_FI/powerwall?redirect=no>. Luettu 12.1.2016.

- 14 LEED v4 for Building Design and Construction. 2015. Verkkodokumentti. USGBC (The U.S. Green Building Council).
<http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC_10.01.15_current_0.pdf>. Päivitetty 1.1.2015. Luettu 3.4.2016.
- 15 Aurinkosähköjärjestelmän valinta. Verkkoaineisto. Motiva Oy.
<http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelman_teho>. Luettu 5.3.2016.
- 16 Aurinkolipaksi asennetut paneelit. Verkkoaineisto. Naps System Oy.
<http://www.repowermap.org/bilderortner/b000000000000003__hnqs6fgj4bom1ldbvswy5nzc.jpg>. Viitattu 17.4.2016.
- 17 ABB:n invertteri. Verkkoaineisto.
<<http://abbimageservice.cloudapp.net/public/images/0fdf3a18-a54b-468b-a1c7-2c5fffeac561/preview.jpg?target=http%3a%2f%2fabcloud.blob.core.windows.net%2fpublic%2fimages%2f0fdf3a18-a54b-468b-a1c7-2c5fffeac561%2fpreview.jpg%3fcrop%3d0%2c111%2c400%2c341%26width%3d400%26height%3d230&key=80b7700ccdf8bd70cc5bee47b437af0d>>. Viitattu 3.2.2016.
- 18 Aurinkosähköjärjestelmät, 2015. SFS-käsikirja 607. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- 19 SFS-EN 50438. Tekniset vaatimukset yleisen pienjännitejakeluverkon kanssa rinnan toimiville mikrogenaattoreille. 2015. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- 20 SFS 6000-5-55. Pienjännitesähköasennukset. Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Muut sähkölaitteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- 21 Sähkön hintavertailu. Verkkoaineisto. <sahkonhintafin.fi>. Viitattu 19.4.2016.
- 22 Sähkömarkkinalaki 588/2013. 4 luku 20§ 30.12.2014. Liittämisvelvollisuus.
- 23 Tekninen liite 1. 2011. Verkkodokumentti. Energiateollisuus ry.
<http://energia.fi/sites/default/files/tekninen_liite_1_-_enintaan_100_kva_paivitetty_20160427.pdf>. Päivitetty 27.4.2016. Luettu 26.5.2016.
- 24 Tekninen liite 2. 2011. Verkkodokumentti. Energiateollisuus ry.
<http://energia.fi/sites/default/files/tekninen_liite_2_-_yli_100_kva_paivitetty_20160427.pdf>. Päivitetty 27.4.2016. Luettu 26.5.2016.
- 25 Aurinkosähköjärjestelmien lupa-asiat. Verkkoaineisto. Motiva Oy.
<http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/ennen_jarjestelman_hankintaa/lupa-asiat>. Luettu 11.2.2016.

- 26 Suomen suurin aurinkovoimala käynnistyi. Verkkoaineisto. Helen Oy.
<<https://www.helen.fi/uutiset/2016/suomen-suurin-aurinkovoimala-kaynnistyi/>>.
Luettu 18.4.2016.
- 27 Varjostuneen paneelin tehontuotto. Verkkoaineisto.
<http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/energiatehokkuus/fi_FI/Aurinkokennot_Kari_Lappalainen/_files/91861596293772168/default/Jannitekayra.jpg>.
Viitattu 13.4.2016.
- 28 Aurinkosähkövoimala. Verkkoaineisto.
<<http://aurinkovirta.fi/aurinkosahko/aurinkosahkovoimala/verkkoinvertteri/>>.
Luettu 3.4.2016.

HAKEMUS (ILMOITUS) KUNTIEN RAKENNUSVALVONTAVIRANOMAISELLE

Kiinteistötunnus
Lupatunnus
Vastaanottaja ja päiväys

<input type="checkbox"/> Rakennuslupa <input type="checkbox"/> Toimenpidelupa <input type="checkbox"/> Toimenpideilmoitus <input type="checkbox"/> Purkamislupa <input type="checkbox"/> Maisematyölupa			
Rakennussuunnittelutehtävän vaativuus		Rakennesuunnittelutehtävän vaativuus	
<input type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C		<input type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	
LVI-suunnittelutehtävän vaativuus		<input type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	
1. Rakennuspaikka	Kunta / Kaupunki		Kunnanosa
	Tontti / Tila R:No		Rakennuspaikan pinta-ala
	Postiosoite		<input type="checkbox"/> Koko tila <input type="checkbox"/> Määräala
2. Hakija(t) Rakennuspaikan omistaja tai haltija. Rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtimisvelvollisuudet: kts. RakMK A 2	Hakijan nimi		Puhelinnumero
	Postiosoite		
	Hakijan nimi		Puhelinnumero
	Postiosoite		
Sähköpostiosoite			
3. Pää- ja rakennussuunnittelija Kts. velvollisuudet ja pätevyudet: RakMK A 2	Pääsuunnittelijan nimi		Koulutus
	Sähköpostiosoite		Kokemus
	Paikka ja päiväys		Pääsuunnittelijan allekirjoitus ja nimenselvennys
4. Maksun veloitus yksi veloitettava	Veloitettavan nimi		Laskutusosoite
5. Asiamies jolla oikeus korjata hakemusta.	Asiamiehen nimi		Postiosoite
	Puhelinnumero		Sähköpostiosoite
6. Rakennushanke tai toimenpide Rastita hanketyyppi ja täytä tiedot. Hankkeen laajuus-tiedot (kuten kerros-alat) tulee esittää myös asemapiirroksessa tai liitteellä.	<input type="checkbox"/> Uusi rakennus <input type="checkbox"/> Laajennus <input type="checkbox"/> Käyttötarkoituksen muutos <input type="checkbox"/> Korjaus- ja muutostyö <input type="checkbox"/> Purkaminen <input type="checkbox"/> Muu toimenpide <input type="checkbox"/> Ennakkolausunto- pyyntö		
	Selostus rakennushankkeesta ja rakennuksen pääasiallinen käyttötarkoitus:		
	Rakennus-oikeus		Uusi tilavuus
	Käytetty kerrosala		Uusia asuntoja
	Purettava ala		Kerros-luku
	Uusi kerrosala		Muutos-ala
	Kokonais-ala		Palo-luokka P1 P2 P3
7. Rakennuspaikan kaava	<input type="checkbox"/> Lainvoimainen asemakaava, jonka numero on: (asemakaavamääräykset on esitettävä asemapiirroksessa)		<input type="checkbox"/> Asemakaavan laadinta / muutos on vireillä <input type="checkbox"/> Ei kaava <input type="checkbox"/> Rakennuspaikalla on rakennuskielto
	<input type="checkbox"/> Ei poikkeamisia kaavasta tai säännöksistä <input type="checkbox"/> Selostus poikkeamisista on erillisellä liitteellä <input type="checkbox"/> Seuraavat poikkeamiset perusteluineen:		
9. Vakuus	<input type="checkbox"/> Hakija pyytää lupaa aloittaa rakennustyö ennen kuin lupaa koskeva päätös on saanut lainvoiman (MRL 144 §).		Vakuuden määrä EUR
10. Tietojen luovutus	<input type="checkbox"/> Kunnan luparekisteristä saa luovuttaa henkilötietoja sisältävän kopion, tulosteen tai sen tiedot sähköisessä muodossa suoramarkkinointia sekä mielipide- tai markkinatutkimusta varten (julkisuuslaki 16 § 3 mom.).		<input type="checkbox"/> Kunnan luparekisteristä ei saa missään muodossa antaa henkilötietoja suoramarkkinointia eikä mielipide- tai markkinatutkimusta varten (henkilötietolaki 30 §). Kunta on velvollinen toimittamaan rakentamista koskevia tietoja väestötietojärjestelmään, josta ne ovat muiden viranomaisten (mm. verohallinto) saatavilla.
11. Päätöksen toimitus	<input type="checkbox"/> Postitse <input type="checkbox"/> Hakijalle <input type="checkbox"/> Asiamiehelle <input type="checkbox"/> Pääsuunnittelijalle <input type="checkbox"/> Veloitettavalle		
12. Hakijoiden allekirjoitukset Kaikkien hakijoiden allekirjoitukset, jos vaiutettu asiamies ei ole allekirjoittanut	Paikka ja päivämäärä		
	Allekirjoitus ja nimenselvennys		Allekirjoitus ja nimenselvennys

03.2010

ke6666

uomen Kuntaliitto

LUPAHAKEMUKSEN LIITEASIAKIRJOJA

Katso ohjeita seuraavilta sivulta

Hakija	Tarvitaan	Täyden- netään	Päiväys
– valtakirja hakijalta ja rakennuspaikan muilta omistajilta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– ote kauppa- ja yhdistysrekisteristä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– ote asunto-osakeyhtiön hallituksen kokouksen pöytäkirjasta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rakennuspaikan hallinta			
– jäljennös myönnetystä lainhuudoista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– jäljennös kauppakirjasta tai muusta luovutuskirjasta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– rasiustodistus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– todistus erityisoikeuden kirjaamisesta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– jäljennös vuokrasopimuksesta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– jäljennös perunkirjasta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rakennuspaikka			
– tonttikartta ja ote kiinteistörekisteristä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– virallinen karttajäljennös	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– ote katusuunnitelmasta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– tiedot vesi- ja viemärijohtoliittymästä tai selvitys viemäröinnistä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– selvitys rakennuspaikan perustamis- ja pohjaolosuhteista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– pintavaaituskartta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pääpiirustukset (2 tai 3 sarjaa)			
– asemapiirros 1:200 tai 1:500	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– pohjat 1:100 tai 1:50 pienet hankkeet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– leikkaus 1:100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– julkisivut 1:100 tai 1:50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– hormit 1:20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– rakenneleikkaus 1:10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– istutussuunnitelma 1:200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– pelastustiepiirustus 1:200 / 1:500	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ennakkoluvat ja lausunnot			
– elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskuksen tai kunnanhallituksen poikkeamapäätös lainvoimaisuustodistuksineen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– suunnittelutarvarkaisu lainvoimaisuustodistuksineen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– ympäristölupa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– naapurien suostumukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– selvitys naapureille tiedottamisesta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rakennushankeilmoitukset			
– RH 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– RH 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– RH 9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vastaava työnjohtaja			
– hakemus tai ilmoitus vastaavaksi työnjohtajaksi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– hakemus tai ilmoitus erityisalan työnjohtajaksi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muut			
– energiaselvitys ja energiataselaskelma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– ilmoitus väestönsuojasta ja väestönsuojapiirustukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– maston tai tuulivoimalan rakentamisen selvitykset (MRA 64 §)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– kerrosalalaskelma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– autopaikkaselvitys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– selvitys rakennusjätteen määrästä, laadusta ja lajittelusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– selvitys purettavasta rakennusmateriaalista ja hyväksikäytöstä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– selvitys rakennuksen rakennustaiteellisesta ja kulttuurihistoriallisesta arvosta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– turvallisuusselvitys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– liikuntaesteettömyys selvitys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
LISÄSELVITYKSET/HUOMAUTUKSET			

HUOLEHTIMISVELVOLLISUUS RAKENTAMISESSA

Rakennushankkeeseen ryhtyvän ja sen alullepanijan on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaan. Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on yleisen edun kannalta valvoa rakennustoimintaa sekä osaltaan huolehtia, että rakentamisessa noudatetaan, mitä maankäyttö- ja rakennuslaissa tai sen nojalla säädetään tai määrätään.

Viranomaisvalvonnasta peritään kunnan hyväksymä maksu. Maksua korotetaan, jos tarkastus- tai valvontatehtävät johtuvat luvattomasta tai luvanvastaisesta rakentamisesta taikka siitä, että luvanhakija tai toimintaan velvollinen on laiminlyönyt hänelle kuuluvan tehtävän. Esimerkkejä laiminlyönneistä ovat mm. toimenpiteen aloittaminen ilman lupaa, ilman hyväksyttyä vastaavaa työnjohtajaa, luvassa määrätyn viranomaiskatselmuksen tilaamatta jättäminen tai tilaaminen myöhässä, kun työ on tehty tai rakenne peitetty. Huomattava laiminlyönti on ottaa rakennus tai sen osa käyttöön ennen kuin viranomaisen on hyväksynyt rakennuksen erillisessä käyttöönottokatselmuksessa. Rakentajan velvollisuus on tilata viranomaisen suorittamaan ao katselmus.

LUPAHAKEMUKSEN TÄYTTÖOHJEET

Hakija täyttää lomakkeesta kohdat 1-12 kirjoittamalla asianomaisiin paikkoihin niissä pydydyt tiedot ja rastimalla kyseeseen tulevat ruudut. Muut kohdat jäävät viranomaisten täytettäväksi.

Seuraavassa selvennetään lomakkeen numeroituja kohtia.

Lisätietoja saa kunnan rakennusvalvonnan sähköisiltä sivuilta, rakennustarkastajalta tai toimistosihteeriltä.

1. Rakennuspaikka

Rakennuspaikkaa koskevat tiedot merkitään virallisten asiakirjojen mukaisesti. Rakennuspaikka yksilöidään kunta ja kaupunginosan nimi sekä korttelin ja tontin numero taikka kylän ja tilan nimi sekä tilan rekisterinumero. Rakennuspaikan osoite on esitettävä riittävän tarkasti paikan löytämiseksi katselmuskäynneillä. Rakennuspaikkana ei voi olla vain osa asemakaavan mukaisesta tontista. Jos rakennuspaikkana on osa kiinteistörekisteritilasta, pinta-alaksi merkitään sen palstan tai määräalan pinta-ala, jota rakentaminen koskee.

2. Hakija

Hakijaksi tai ilmoittajaksi merkitään rakennuspaikan haltija tai omistaja. Esim. asunto-osakeyhtiön osakas tai liikehuoneiston vuokraaja ei voi olla hakijana, vaikka hakemus koskisi yksinomaan hänen hallinnassaan olevaa huoneistoa. Myös rakennuspaikan osaomistaja tarvitsee pääsääntöisesti muiden osaomistajien valtuutuksen luvan hakemiseen.

3. Pääsuunnittelijan allekirjoitus

Luvanhakijalla tulee olla hankkeen vaativuus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen sekä käytettävissään pätevä henkilöstö. Rakennuksen suunnittelussa tulee olla suunnittelun kokonaisuudesta ja sen laadusta vastaava pätevä henkilö, joka huolehtii siitä, että rakennussuunnitelmat ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden (pääsuunnittelija). Rakennussuunnitelman ja erityissuunnitelman laatijalla tulee olla asianomaiseen suunnittelutehtävään soveltuva rakennusalan korkeakoulututkinto taikka aikaisempi rakennusalan ammatillisen korkea-asteen tai sitä vastaava tutkinto sekä riittävä kokemus kyseisen suunnittelualueen tehtävissä. Viranomaisen lupapäätöksessä määrätään rakennustyön suorituksista ja sen laadusta vastaava, joka johtaa rakennustyötä sekä huolehtii rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan ja hyvän rakennustavan mukaisesta työn suorittamisesta (vastaava työnjohtaja ja erityisalan työnjohtaja).

4. Maksun veloitus

Luvan käsittelystä ja rakennustyön valvonnasta on suoritettava kunnan hyväksymän taksan mukainen maksu. Maksu on suoritettava, kun päätös on annettu. Maksu on suoritettava neljäntoista päivän kuluessa laskun lähettämispäivästä. Maksu on ulosotto-velvollinen. Mikäli laskutusosoite on eri kuin kohdassa 1, se ilmoitetaan tässä kohdassa.

5. Asiamies

Tässä kohdassa hakija tai ilmoittaja voi valtuuttaa asiamiehensä tai erityissuunnittelijan antamaan lisäselvityksiä, täydentämään ja korjaamaan hakemusasikirjoja sekä ottamaan vastaan viranomaisen ilmoituksia luvan hakijalle.

6. Rakennushanke tai toimenpide

Hakijan tai ilmoittajan on selvitettävä, millaisesta rakennustyöstä tai toimenpiteestä on kysymys. Lyhyessä selostuksessa on mainittava ainakin rakennuksen pääasiallinen käyttötarkoitus. Rakennusvalvontamaksun perusteita varten ilmoitettavaan rakennuksen kokonaisalaan lasketaan kaikkien kerrosten, kellareiden ja lämpöeristettyjen ullakoiden pinta-ala yhteensä ulkomitoin. Mukaan ei lasketa 160 cm matalampia tiloja. Tätä määritelmää soveltaen lasketaan myös rakennuksen osan sekä säiliön, erillisen katoksen tai vastaavan kokonaisala. Jos suunniteltu toimenpide on tilapäinen siten, että se on tarkoitus purkaa tai tilanne palauttaa entiselleen määräajan kuluessa, siitä on mainittava selostuksessa.

9. Vakuus

Hakija voi tässä kohdassa pyytää lupaa aloittaa rakennustyö rakennusvalvontaviranomaisen määräämää vakuutta vastaan julkipanoaikana. Asiassa tehdään päätös ja siitä peritään rakennusvalvontataksan mukainen erillinen maksu.

11. Päätöksen toimitus

Lupapäätös ja vahvistetut piirustukset toimitetaan postiennakolla hakijalle tai ne voi noutaa kunnassa noudatetun käytännön mukaisesti. Luvan mukaisen rakentamisen aloittaminen edellyttää lisäksi rakennusvalvontatoimistosta saatavaa aloituslupaa tai että kyseinen ilmoitus on tehty aloituskokouksen yhteydessä ja samalla tarkastetaan, että vaadittavat rakennussuunnitelmat on toimitettu ja että hankkeelle on hyväksytty vastaava työnjohtaja sekä erityisalan työnjohtajat. Mikäli ilmoituksen mukainen toimenpide edellyttää rakennusluvan tai toimenpideluvan hakemista sitä vaaditaan 14 päivän kuluessa ilmoituksen vastaanottamisesta. Toimenpiteeseen saa ryhtyä, ellei luvan hakemista ole vaadittu. Rakennusvalvontaviranomainen voi myös heti ilmoittaa, ettei toimenpiteelle ole esitettyä.

12. Päiväys ja allekirjoitus

Hakemuksen voi allekirjoittaa luvan hakija tai henkilö, joka valtakirjalla tai muilla asiakirjoilla osoittaa olevansa oikeutettu allekirjoittamaan hakemuksen hakijan puolesta. Sama koskee ilmoituksen tekijää.

MUU HUOLEHTIMISVELVOLLISUUS

Tiedottaminen

Rakennushankkeen vireillä olosta on ilmoitettava myös rakennuspaikalla rakennusvalvontaviranomaisen antamien ohjeiden mukaisesti.

Rakennuspaikan postilaatikko

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on hyvä sopia paikallisen postilaitoksen kanssa rakennusaikaisen postilaatikon sijaintipaikasta ja postilaatikoiden lopullisesta sijainnista sekä mahdollisesta ryhmitelystä. Postilaatikon sijoittamisessa katu- tai tiealueelle tulee ottaa huomioon Viestintäviraston valtakunnalliset ohjeet postinjakelusta.

RAKENTAMISEN PELISÄÄNNÖT

Kiitos, kun haet lupaa!

Kunta toimii rakennusvalvontaviranomaisena vastuullisesti huolehtimalla muun muassa siitä, että rakentamisen velvollisuuksia noudatetaan kunnan alueella.

Luvat

Rakennuksen rakentaminen edellyttää maankäyttö- ja rakennuslain mukaan kaikissa kunnissa rakennuslupaa. Kunnan rakennusjärjestyksessä voidaan myös päättää, että pienemmistä hankkeista tehdään ilmoitus tai haetaan toimenpidelupaa.

Luvan tarpeesta voi erehtyä. Kunnan rakennusvalvontaviranomaiset valvovat rakentamista alueellaan. Ilman lupaa aloitettu rakennustyö voidaan keskeyttää ja valvontatehtävästä periä korotettu maksu. Rakentamista koskevien lupien tarpeesta saa tarkan tiedon kunnan rakennustarkastajalta.

Kaikista myönnettyistä rakennusluvista, rakennustöiden aloittamisesta ja käyttöönotoista kunnat toimittavat tiedot väestötietojärjestelmään, josta tiedot ovat mm. verohallinnon käytettävissä.

Pätevyydet

Rakentamaan ryhtyvällä tulee olla hankkeen vaativuus huomioon ottaen sen suunnittelussa ja valvonnassa pätevä henkilöstö, joilla on myös edellytykset hoitaa tehtävänsä.

Valvontavelvollisuudet

Rakentamaan ryhtyvän ja hänen käytössään olevan henkilöstön tulee noudattaa myönnettyä lupaa, kutsua rakennustarkastaja katselmukselle, valvoa itse rakennustyötä ja pitää valvontatyöstään tarkastusasiakirjaa oikea-aikaisesti.

Velvollisuudet palvelujen ostajana ja työnantajana

Kun ostaa rakennustyön ammatinharjoittajalta tai yritykseltä, ei rakentajalla ole työnantajan velvollisuuksia. Tällöin rakentajan tulee kuitenkin huolehtia kuuluko yritys tai henkilö ennakkoperintärekisteriin (www.ytj.fi).

Jos yrityksellä on ennakkoperintärekisterissä merkintä voimassa, rakentajan ei tarvitse toimittaa ennakonpidätystä.

Jos merkintää ei ole, rakentajan on toimitettava ennakonpidätys ja maksettava pidätetty määrä veroviraston tilille sekä annettava vuosi-ilmoitus verovirastolle.

Jos rakentaja palkkaa itse työvoimaa, on huolehdittava erilaisista työnantajavelvollisuuksista, kuten toimittamaan ennakonpidätyksen maksetuista palkoista. On myös huolehdittava työeläke- ja työttömyysvakuutusmaksujen maksamisesta ja vakuutettava työntekijä tapaturman varalta.

Helpoimmin hoidat maksusi www.palkka.fi palvelussa tai asioimalla suoraan verottajan tai vakuutusyhtiön kanssa.

***Menestystä rakennusprojektiin toivottavat
kunnat ja Suomen Kuntaliitto.***



ST 55.35

1 (2)

MIKROTUOTANTOLAITTEISTON YLEISTIETOLOMAKE

Tällä lomakkeella asiakas voi ilmoittaa verkonhaltijalle tiedot sähköverkon kanssa rinnan käyvän nimellistehoaltaan enintään 50 kVA:n tuotantolaitteiston liittämistä varten.

Lomakkeen voi täyttää asiakas itse tai sen voi antaa täytettäväksi laitteiston toimittajalle ja/tai laitteiston kytkevälle sähköurakoitsijalle.

1 YHTEYSTIEDOT

Tuotantolaitteiston tiedot	Tuotantolaitteiston haltija		
	Osoite		
	Sähköposti		Puhelin
	Tuotantolaitteiston osoite (sijaintipaikka)		
	Käyttöpaikan numero		Käyttöpaikan pääsulakekoko
	Yhteyshenkilö	Sähköposti	Puhelin

2 TUOTANTOLAITTEISTON PERUSTIEDOT

Tuotantomuoto	<input type="checkbox"/> Aurinko	<input type="checkbox"/> Tuuli	<input type="checkbox"/> Vesi	<input type="checkbox"/> Muu, mikä?
Verkkoonliitännälaitteen valmistaja		Verkkoonliitännälaitteen malli		
Tuotantolaitteiston nimellisteho _____ kVA		Tuotantolaitteiston syöttämä enimmäisvirta _____ A		
Laitteiston kytkentä	<input type="checkbox"/> Kolmivaiheinen	<input type="checkbox"/> Yksivaiheinen, merkitse vaihe	<input type="checkbox"/> L1	<input type="checkbox"/> L2 <input type="checkbox"/> L3

3 TUOTANTOLAITTEISTON TEKNISET TIEDOT

Tuotantolaitteisto täyttää seuraavan teknisen standardin tai suosituksen vaatimukset mukaan lukien verkkoonliitännälaitteen suojausasettelut ja irtikytketymisajat (valitse seuraavista vaihtoehdoista)

- ☐ Energiateollisuus ry:n suositus 2011, tekninen liite 1
- ☐ Saksalainen vaatimuskirje VDE-AR-N 4105 2011-8 (suojaustekniset vaatimukset)
- ☐ Mikrotuotantostandardi SFS-EN 50438, Suomen asetukset
- ☐ Muu, mikä? (täytä osio 3.1.)

3.1 Tuotantolaitteiston verkkoonliitännälaitteen suojausasettelut ja irtikytketymisajat

(Täytä tämä osa vain, jos valitsit kohdassa 3 vaihtoehdon Muu, mikä?)

Parametri	Asetteluarvo	Toiminta-aika	Parametri	Asetteluarvo	Toiminta-aika
Ylijännitesuojauk 1			Ylitaajuussuojauk 1		
Ylijännitesuojauk 2*			Ylitaajuussuojauk 2*		
Alijännitesuojauk 1			Alitaajuussuojauk 1		
Alijännitesuojauk 2*			Alitaajuussuojauk 2*		

* Jos on

Tuotantolaitteiston automaattinen tahdistumisaika verkkojännitteen palaututtua

Saarekekäytönestosuojauksen toteutustapa ja toiminta-aika

☐ Tuotantolaitteisto on CE-merkitty

ST 55.35

2 (2)

3.2 Tuotantolaitteiston erottaminen

☐ Tuotantolaitteisto on erotettavissa erillisellä erotuskytkimellä, johon verkonhaltijalla on esteetön pääsy

Erotuskytkimen sijainti _____

☐ Liittymän pääkeskuksella on varoituskyltti takasyöttövaarasta ja opastus laitteiston irtikytkeiselle

4 TUOTANTOLAITTEISTON ASENTAJAN/URAKOITSIJAN TIEDOT (urakoitsija täyttää)

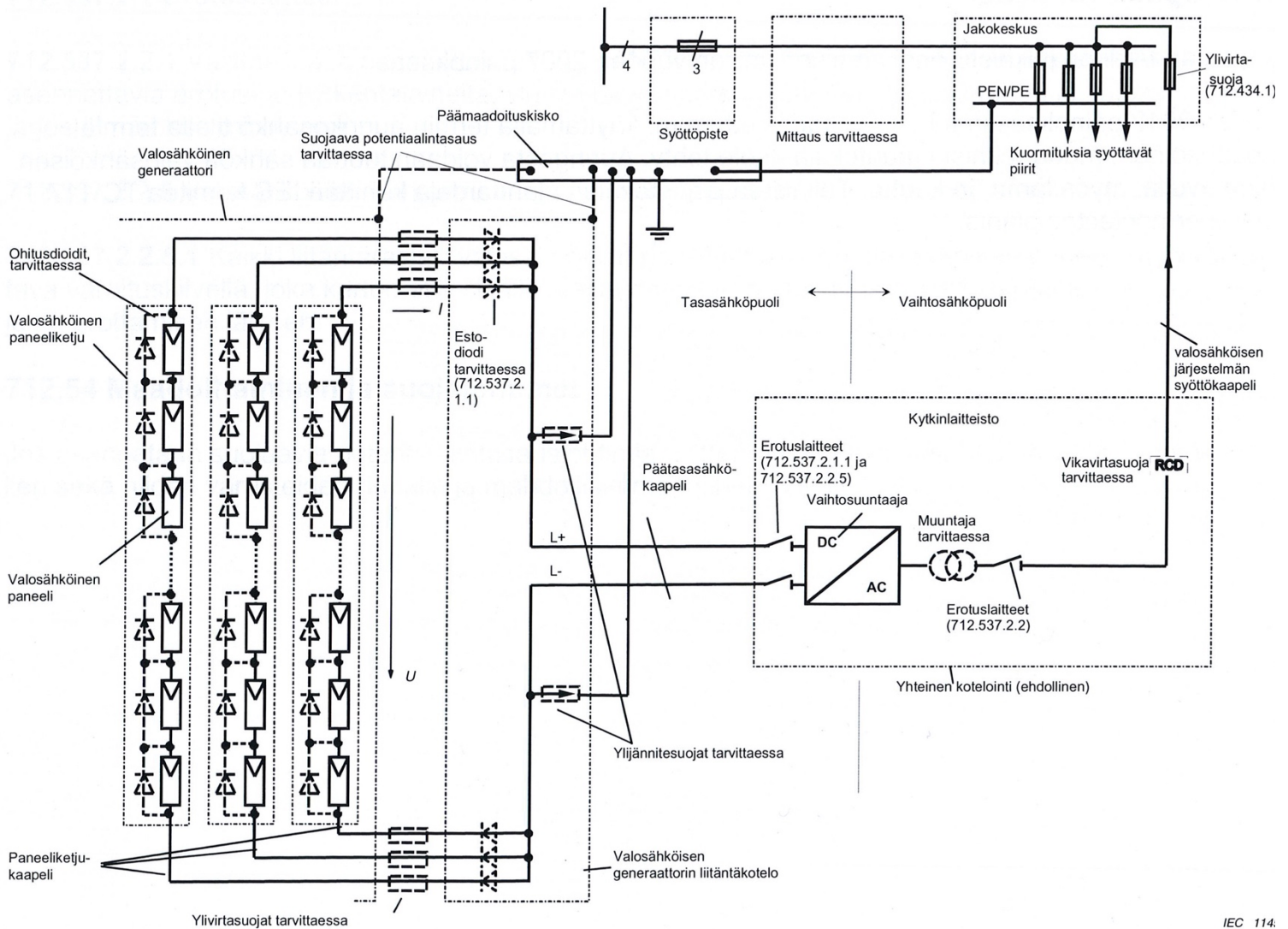
Asentajan/ urakoitsijan tiedot	Sähköurakoitsija	TUKES-numero	
	Osoite		
	Yhteyshenkilö	Sähköposti	Puhelin

5 LIITTEET JA LISÄTIEDOT

Tätä lomaketta täydentää _____ liitettä (liitteiden lukumäärä)

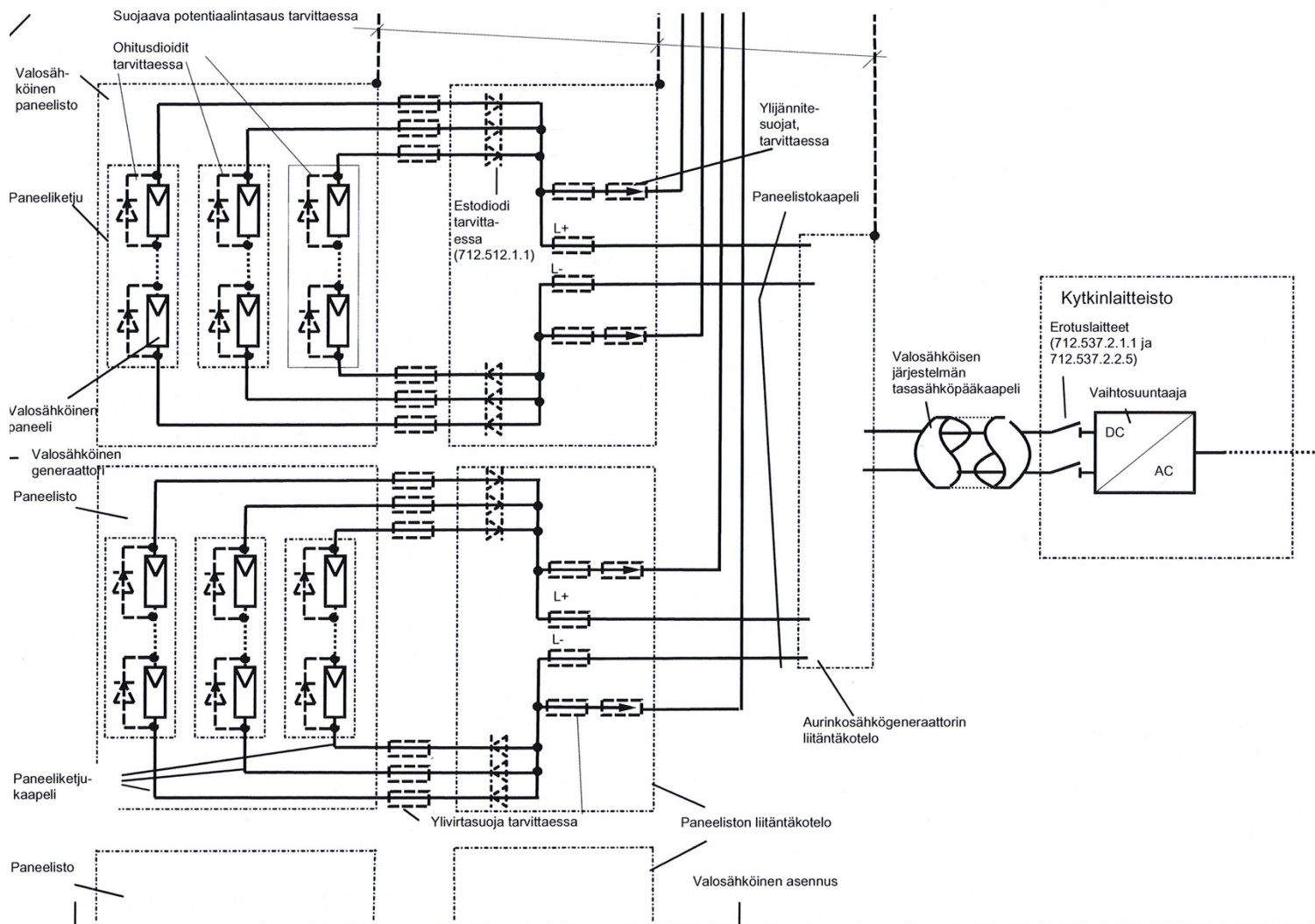
Lisätietoja

Aurinkosähköjärjestelmän järjestelmä- ja johdinkaavio, esimerkit. SFS 6000-7-712.



IEC 114:

Kuva 712.1 Valosähköisen järjestelmän yleiskaavio – yksi paneelisto



Kuva 712.2 Valosähköinen asennus – Esimerkki, jossa on useita paneelistoja

Liite C

(opastava)

Raporttimalli valosähköisen paneeliston testiraportista

Valosähköisen paneeliston testiraportti	Käyttöönottotarkastus
	Määräaikaistarkastus

Sähkölaitteiston osoite	Viite
	Päivämäärä
Kuvaus sähkölaitteistosta joka testataan	Tarkastaja
	Testilaitte

Paneeliketju		1	2	3	4		n
Paneelisto	Moduuli						
	Lukumäärä						
Paneeliston parametrit (kuten määritelty)	Voc (stc)						
	Isc (stc)						
Paneeliketjun ylivirtasuojalaite	Tyyppi						
	Mitoitus (A)						
	DC-mitoitus (V)						
	Kapasiteetti (kA)						
Kaapelointi	Tyyppi						
	Vaihe (mm ²)						
	Maadoitus (mm ²)						
Paneeliketju	Voc (V)						
	Isc (A)						
	Säteily						
Napaisuuden tarkastus							
Paneeliston eristysresistanssi	Testijännite (V)						
	Pos – Maa (MΩ)						
	Neg – Maa (MΩ)						
Maadoituksen jatkuvuus (jos käytetty)							
Kytkinlaitteisto toimii oikein							
Invertterin valmistaja/malli							
Invertterin sarjanumero							
Invertteri toimii oikein							
Pienjänniteverkon katkostesti							

Kommentit

Liite A
(opastava)
Tyyppitarkastuksen sertifikaatti

PV-järjestelmän tarkastusertifikaatti	Käyttöönottotarkastus Määräaikaistarkastus
---------------------------------------	---

Asiakas	
Sähkö-laitteiston osoite	
Testaus pvm	

Sähkölaitteiston kuvaus	
Mitoitettu teho – kW DC	
Sijainti	
Testatut virtapiirit	

Urakoitsijan nimi ja osoite	
-----------------------------	--



SFS 6000-6 tarkastusraportin viite:	
SFS 6000-6 testiraportin viite:	
PV-paneeliston tarkastusraportin viite:	
PV-paneeliston testiraportin viite:	

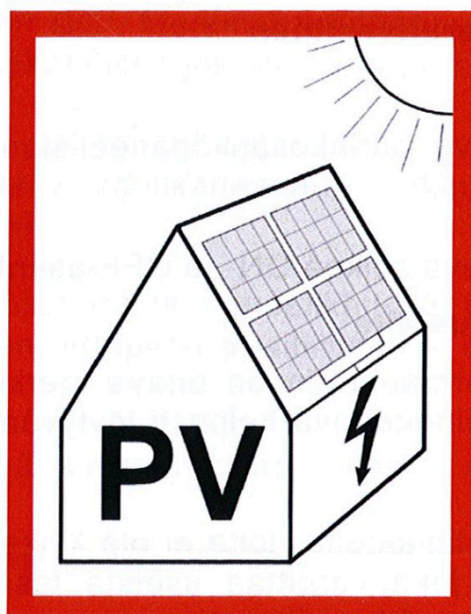
SUUNNITTELU, ASENNUS, TARKASTUS JA TESTAUS		
Minä olen henkilö (me olemme henkilöt) jolla on vastuu (kuten allekirjoituksilla on osoitettu) sähkölaitteiston suunnittelusta, asentamisesta, tarkastamisesta ja testauksesta. Erityisesti alla mainituissa kohdissa on käytetty riittävän ammattitaidon omaavia henkilöitä ja huolellisuutta, kun järjestelmää on suunniteltu, tarkastettu ja testattu. Tällä sertifikaatilla vakuutan että työsuorite, josta olen (me olemme) vastuussa, on toteutettu allekirjoittaneiden parhainta tietämystä käyttäen ja noudattaen.		
Allekirjoitus:	Seuraava tarkastus suositellaan tehtävän ennen seuraavaa pvm:	
Nimi:	KOMMENTIT:	
Päiväys:		

Liite B
(opastava)
Raporttimalli aistinvaraisen tarkastuksen raportille

PV-järjestelmän aistinvaraisen tarkastuksen raportti	Käyttöönottotarkastus Määräaikaistarkastus
Sähkölaitteiston osoite	Viite
	Päivämäärä
Tarkastetut virtapiirit	Tarkastaja

Liite 5. Varoitusmerkinnät

 VAROITUS Syöttö kahdesta suunnasta	 Erota tämän laitteen syöttö <u>sekä</u> jakeluverkosta <u>että</u> paikallisgeneraattorista ennen työskentelyn aloittamista
<p>Erota paikallisgeneraattori (erotuskohta) _____</p> <p>Erota jakeluverkosta (erotuskohta) _____</p>	

**SOLAR DC**

Liite 6. Tehtävälista

Tarveselvitys

Tarpeellisuuden kartoittaminen

Hankesuunnittelu

Järjestelmän toteuttamisedellytykset

Kannattavuus laskenta

Alustava hinta-arvio

Suunnittelun valmistelu

Järjestelmän laajuuden määrittäminen

Tuotantolaitoksen verotus

Ehdotussuunnittelu

Pohjakuorman mitoittaminen

Alustava järjestelmäkaavio

Ympäristöluokituksen esiselvitys

Yleissuunnittelu

Järjestelmän mitoitus

Laitteiston valinta

Maadoitustapa

Rakennuslupatehtävät

Sähköyhtiön valinta

Lupa verkkoon syöttämisestä

Toimenpidelupahakemus

Toteutussuunnittelu

Suunnitelmien täydennys, hyväksynnän saamiseksi

Rakentamisen valmistelu

Kilpailutetaan laitetoimittajat

Rakentaminen

Laitteiston tarkastus

Viimeistellään kaapelointi- ja johdinkaavio

Laaditaan paikannuspiirustus

Varoitusmerkit

Datalehdet

Käyttö- ja kunnossapito-ohjeet, huoltokirjan laatijalle

Käyttöönotto

Käyttöönottotestit

Testauspöytäkirja

Takuuaika

Takuutarkastukset

Tarkistusmittaukset

Todelliset tuotantotiedot

TEKNINEN LIITE 1 OHJEESEEN SÄHKÖNTUOTANTOLAITOKSEN LIITTÄMINEN JAKELUVERKKOON - NIMELLISTEHOLTAAN ENINTÄÄN 50 kVA LAITOKSEN LIITTÄMINEN

Tähän liitteeseen on kerätty teknistä tietoa nimellisteholtaan **enintään 50 kVA** suuruisen tuotantolaitoksen liittamisestä jakeluverkkoon. Tämän liitteen on tarkoitus yhdessä ohjeen "Sähköntuotantolaitoksen liittäminen jakeluverkkoon" kanssa tarjota kootusti tietoa pienten sähköntuotantolaitosten verkkoonliittämisestä ja helpottaa laitosten verkkoonliittämisprosessia.

MUUTOSTAULUKKO	
Muutospäivämäärä	Kuvaus
12/2011	Alkuperäinen
28.2.2013	Lukua 3 on täydennetty Energiateollisuus ry:n sähköverkon asiakkuustoimikunnan 4.2.2013 tekemän linjauksen mukaisesti. Energiateollisuus ry suosittelee, että luvussa 3 esitetyt suojausasettelut täyttävien laitosten lisäksi jakeluverkkoon hyväksytään myös teknisiltä ominaisuuksiltaan Saksan mikrotuotantonormin VDE-AR-N-4105 täyttävät laitteet.
10.6.2014	Lukuun 5 on lisätty viittaukset standardikohtiin.

1. Yleistä sähköntuotantolaitoksen toiminnasta sähkönjakeluverkossa

Liitettäessä tuotantolaitosta yleiseen sähköverkkoon ja käytettäessä sitä rinnan yleisen sähköverkon kanssa, on ensisijaisen tärkeää varmistua siitä, että tuotantolaitos on turvallinen eikä aiheuta häiriöitä verkkoon ja esimerkiksi riko muiden sähkönkäyttäjien sähkölaitteita. Näistä syistä tuotantolaitoksia koskevat tietyt tekniset vaatimukset.

Tuotantolaitos ei saa kytkeytyä yleiseen sähköverkkoon, ellei sähköverkon jännite ja taajuus ole sovittujen asettelurajojen sisäpuolella. Tuotantolaitos ei saa jäädä syöttämään sähköverkkoa, kun verkkoa ei syötetä muualta. Kun verkkojännite palautuu, laitos voi kytkeytyä verkkoon automaattisesti, tai se voidaan kytkeä käsin takaisin verkkoon, mikäli verkonhaltijan kanssa näin on sovittu.

Mikäli verkon kanssa rinnankäyvää tuotantolaitosta halutaan käyttää myös varavoimana sähkökatkoissa, tulee järjestelmään asentaa kaksoiskytkentämahdollisuus, jossa toisella kytkennällä tuotantolaitos toimii verkon kanssa rinnan ja toisella kytkennällä täysin verkosta erotetussa saarekkeessa. Tämä vaatii erillisen kytkimen ja lisälaitteiston. Kun sähköverkko on jännitteetön, saarekekäytössä oleva laitos ei saa olla yhteydessä sähköverkkoon. Tämä on ehdottoman välttämätöntä verkon viankorjaus- ja asennustöiden turvallisuuden takia.

Mikään sähköä tuottava laitteisto ei saa aiheuttaa häiriöitä verkkoon eikä muihin sähköasennuksiin. Mikäli tuotantolaitoksessa ilmenee vika, sähköntuottajan vastuulla on kytkeä se irti verkosta mahdollisimman nopeasti vian havaittuaan. Mikäli verkkoon liitetty tuotantolaitos aiheuttaa häiriöitä muualle sähköverkkoon, tulee verkonhaltija puuttumaan tilanteeseen ja ääritapauksessa poistattaa laitteen verkosta.

Sähköverkko/Ina Lehto

10.6.2014

Sähköntuotantolaitoksen haltija on vastuussa laitteistonsa tuottaman sähkön aiheuttamista vahingoista muille sähkönkäyttäjille ja verkonhaltijalle, mikäli laitteiston tuottama sähkö ei ole standardien ja muiden vaatimusten mukaista.

2. Laitteistojen luokittelu

Monet tuotantolaitoksen ominaisuudet vaikuttavat sen toimintaan sähköverkossa. Tuotantolaitoksen nimellisteho on yksi merkittävä asia, mutta myös muut ominaisuudet ovat verkon käytön kannalta olennaisia. Esimerkiksi laitoksen käynnistysvirta voi laitystyyppistä riippuen vaihdella nimellisvirtaa vastaavasta käynnistysvirrasta aina nimellisvirtaa 8 kertaa suurempaan käynnistysvirtaan. Näillä asioilla on merkitystä erityisesti tuotantolaitoksen liittämiskohdan valinnassa.

Tuotantolaitoksen käyttötapa vaikuttaa sähköntuottajan ja verkonhaltijan välisiin sopimuksiin sekä laitoksilta vaadittaviin toiminta- ja suojausominaisuuksiin. Alla esitetyssä taulukossa on havainnollistettu erilaisessa käytössä olevien laitosten luokittelua ja niihin kohdistuvia vaatimuksia. Taulukon sarakkeista näkee mitä ominaisuuksia erilaisilta laitoksilta vaaditaan. Rinnan käynnin esto tarkoittaa, että laitos on mekaanisesti erotettu käymästä rinnan jakeluverkon kanssa. Tahdistus tarkoittaa, että laitos kykenee tahdistumaan samaan tahtiin jakeluverkon kanssa ja pysymään siinä. Yhteensopivuus kuvaa laitoksen ja jakeluverkon sähköistä yhteensopivuutta. Saarekekäytön estolla tarkoitetaan suojauksia, joka estää tuotantolaitosta syöttämästä sähköä jännitteettömmään verkkoon. Sopimusehdoilla tarkoitetaan laitoksen haltijan ja verkonhaltijan välisiä sopimuksia. Lyhenteet viittaavat laitoksen liittämiseen ja käyttöön sovellettaviin Energiateollisuus ry:n suosittelemiin sopimusehtoihin Verkkopalveluehdot (VPE10), Tuotantoa koskeva liite verkkopalveluehtoihin (TVPE11), Liittymisehdot (LE05) ja Tuotannon liittymisehdot (TLE11).

Taulukko 1. Tuotantolaitosten luokittelu laitosten käyttötavan ja -tarkoituksen mukaan.

		Luokka	Rinnan- käynnin esto	Tahdistus	Yhteen- sopivuus	Saareke- käytön esto	Sopimus- ehdot
Yleisestä jakeluverkosta erossa käyvät tuotanto- laitokset	Rinnankäyttö estetty mekaanisesti	1	X				LE05 ja VPE10
	Sähkön siirto jakeluverkkoon estetty	2		X			LE05 ja VPE10
Yleiseen jakeluverkkoon syöttävät tuotanto- laitokset	Tuotetulle sähkölle ei ole ostajaa	3		X	X	X	LE05 ja TVPE11
	Tuottaja myy sähköä sähkömarkkina- osapuolelle	4		X	X	X	LE05 tai TLE11 ja TVPE11

3. Voimalaitoksen suojausasettelu

Tuotantolaitokset tulee varustaa soveltuvilla suojauslaitteilla. Suojauksen on tarkoitus varmistaa, ettei tuotantolaitos rikkoonnu sähköverkon mahdollisissa häiriötilanteissa. Lisäksi suojaus varmistaa sen, ettei tuotantolaitos syötä verkkoon huonolaatuista sähköä, joka voi rikkoa muiden verkonkäyttäjien laitteita ja pahimmillaan aiheuttaa vakavia turvallisuusriskejä ihmisille ja omaisuudelle.

Enintään 50 kVA:n suuruiset tuotantolaitokset on varustettava suojauslaitteilla, jotka

verkosta, jos verkkosyöttö katkeaa tai jännite tai taajuus laitteiston liitännäkohdassa poikkeaa sähköverkon normaaleista ilmoitetuista arvoista. Suojauksen asetteluarvot on esitetty taulukossa 2, joissa U_n tarkoittaa jakeluverkon normaalia nimellisjännitettä.

Taulukko 2. Tuotantolaitteiston suojauslaitteiden asetteluarvot

Parametri	Toiminta-aika	Asetteluarvo
Ylijännite	0,2 s	$U_n + 10 \%$
Alijännite	0,2 s	$U_n - 15 \%$
Ylitaajuus	0,2 s	51 Hz
Alitaajuus	0,2 s	48 Hz
Saarekekäyttö	enintään 5 s	

Taulukon arvot poikkeavat Suomelle asetetuista maakohtaisista arvoista standardissa EN 50438. Taulukon arvot on määritelty ottaen huomioon laitosten koko ja ominaisuudet sekä olemassa olevista asennuksista saadut kokemukset. Verkonhaltija voi poiketa arvoista tapauskohtaisesti.

Mikäli tuotantolaitos irtoaa verkosta suojauslaitteiston toiminnan johdosta, saa se kytkeytyä takaisin verkkoon vasta, kun verkon jännite- ja taajuus ovat palautuneet suojausasetteluarvojen sallimiin rajoihin ja ne ovat pysyneet rajojen sisäpuolella tietyn minimiajan. Tämä minimiaika on vaihtosuuntaajan välityksellä verkkoon liitetyille laitoksille 20 sekuntia ja muille tuotantolaitoksille 3 minuuttia.

Tämän luvun suojausasettelut täyttävien laitosten lisäksi myös teknisiltä ominaisuuksiltaan Saksan mikrotuotantonormin [VDE-AR-N-4105](#) mukaiset laitteet soveltuvat jakeluverkkoon Suomessa.

4. Sähkön laatu

Sähköverkonhaltijan tehtävä on toimittaa laadukasta sähköä asiakkailleen. Tästä syystä sähkön laadun hallinta on erittäin keskeistä myös sähkön pientuotantoon liittyvissä kysymyksissä. Sähkön laatua tulee katsoa sekä liityntäpisteen sähkön laadun että voimalaitoksen laatuvaikutusten näkökulmasta.

Liittymään liitetty tuotantolaitos ei saa huonontaa sähkön laatua eikä merkittävästi vaikuttaa jännitteen laatuun liittämiskohdassa. Tuotantolaitosten tulee toteuttaa vähintään sitä koskevissa kansallisissa (SFS-) ja kansainvälisissä (IEC- ja CENELEC-) standardeissa asetetut sähkön laatua koskevat vaatimukset.

5. Sähköturvallisuus

Yleisten sähköturvallisuusmääräysten mukaan tuotantolaitos on varustettava erotuslaitteella, jossa on asennonosoitus tai näkyvä avausväli ja johon verkonhaltijalla on esteetön pääsy. Kytkimessä on oltava myös lukitusmahdollisuus. Erotuslaite tarvitaan sähkötyöturvallisuuden varmistamiseksi.

Lisätietoja löytyy esimerkiksi standardeista SFS 6000-5-55 (kohta 551.7.6), SFS-EN 61140 + A1 (kohta 8.3.1) sekä SFS 6002 (kohdat 6.2.1 ja 6.2.2).



Tekninen liite 1 Enintään 50 kVA tuotantolaitoksia koskevat tekniset vaatimukset	4
--	---

Sähköverkko/Ina Lehto

10.6.2014

6. Laitoksesta verkonhaltijalle toimitettavat dokumentit

Ennen tuotantolaitoksen liittämistä verkkoon tulee verkonhaltijalle toimittaa keskeiset laitosta koskevat dokumentit ja tiedot. Verkonhaltija tarvitsee ainakin perustiedot laitteistosta (generaattorityyppi, nimellisteho, nimellisvirta) sekä tiedot liitälaitteena käytettävästä vaihtosuuntaajasta (suuntaajan tyyppitiedot ja asetteluarvot). Nämä tiedot kannattaa toimittaa verkonhaltijalle riittävän aikaisessa vaiheessa, mieluiten ennen tuotantolaitoksen hankkimista.

Toimitettavat tiedot:

- Laitoksen tyyppi, nimellisteho ja nimellisvirta
- Liitälaitteen (vaihtosuuntaajan) tyyppitiedot
- Suojauksen asetteluarvot ja toiminta-ajat
- Tiedot saarekekäytön estosuojauksen toteutuksesta (menetelmä ja toiminta-aika)